

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

2 / Priority
Doc.
E. Willis
4-24-02

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In Re the Application of : Mikio ODA, et al.
Filed: : Concurrently herewith
For: : OPTICAL PATH CONTROL APPARATUS WITH...
Serial No. : Concurrently herewith

JCS64 U.S. PTO
10/028238
12/21/01

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

December 21, 2001

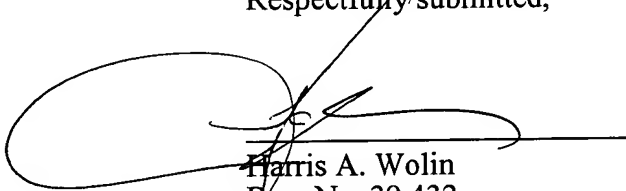
PRIORITY CLAIM AND
SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

S I R:

Applicant hereby claims priority under 35 USC 119 from JAPANESE patent application no. 2000-389991 filed December 22, 2000, a certified copy of which is enclosed.

Any fee, due as a result of this paper, not covered by an enclosed check, may be charged to Deposit Acct. No. 50-1290.

Respectfully submitted,


Harris A. Wolin
Reg. No. 39,432

ROSENMAN & COLIN, LLP
575 MADISON AVENUE
IP Department
NEW YORK, NEW YORK 10022-2584
DOCKET NO.: NEKU 19.296
TELEPHONE: (212) 940-8800

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

US
705
jc564 U.S. PTO
10/028238
12/21/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年12月22日

出願番号

Application Number:

特願2000-389991

出願人

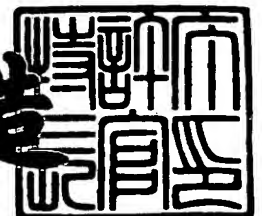
Applicant(s):

日本電気株式会社

2001年 9月 7日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3082954

【書類名】 特許願

【整理番号】 34601624

【提出日】 平成12年12月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/122

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 小田 三紀雄

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 山本 満

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 古宇田 光

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 佐々木 康弘

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 北城 栄

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 嶋田 勇三

【特許出願人】

 【識別番号】 000004237

 【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100102864

 【弁理士】

【氏名又は名称】 工藤 実

【選任した代理人】

【識別番号】 100099553

【弁理士】

【氏名又は名称】 大村 雅生

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 053213

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9715177

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光路制御基板、その製造方法、及び、ミラー

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板と、
前記基板上に配置される光路と、
前記光路に介設され前記基板に対して変位可能であるミラーと、
前記ミラーを前記基板に対して変位可能に支持する支持体と、
前記ミラーの変位を従動させる能動体とを含み、
前記能動体と前記支持体は前記基板に対して支持されている
光路制御基板。

【請求項 2】 前記ミラーは、前記ミラーの鏡面に対応する面を持つ型に接合して形成され、前記ミラーは前記支持体に前記型から転写されて前記支持体に支持されている

請求項 1 の光路制御基板。

【請求項 3】 前記能動体と前記支持体は同一体である
請求項 2 の光路制御基板。

【請求項 4】 前記支持体は、物理的変位力を受けて変位する能動体であり、
前記物理的変位力は、電歪、磁歪、磁気、電気、相転移、光圧、熱的膨張収縮、圧電、光圧電の物理効果から選択される力である
請求項 3 の光路制御基板。

【請求項 5】 前記ミラーは前記支持体に積層化されている
請求項 1 の光路制御基板。

【請求項 6】 前記ミラーと前記支持体は、前記ミラーの鏡面に対応する面を持つ型に接合して形成され、前記ミラーと前記支持体は前記型から前記基板に転写されて前記基板に支持され、
前記能動体と前記支持体は同一体である
請求項 5 の光路制御基板。

【請求項 7】 前記支持体は、物理的変位力を受けて変位する能動体であり、
前記物理的変位力は、電歪、磁歪、磁気、電気、相転移、光圧、熱的膨張収縮

、圧電、光圧電の物理効果から選択される力である

請求項 6 の光路制御基板。

【請求項 8】前記能動体は、

前記基板に支持されている第 1 能動体と、

前記第 1 能動体に対して変位する第 2 能動体とを備え、

前記支持体と前記第 2 能動体とは同一体であり、

前記第 2 能動体を前記第 1 能動体に対して変位させる変位力は、超音波、電磁気、光圧の物理効果から選択される力である

請求項 1 の光路制御基板。

【請求項 9】前記ミラーは、前記ミラーの鏡面に対応する面を持つ型に接合して形成され、前記ミラーは前記第 2 能動体に前記型から転写されて前記第 2 能動体に支持されている

請求項 8 の光路制御基板。

【請求項 10】前記支持体は光圧により前記基板に支持され、

前記能動体はレーザーである

請求項 1 の光路制御基板。

【請求項 11】前記能動体は、回転体であり、

前記支持体は、前記回転体に支持され、

前記支持体は斜面を有し、

前記ミラーは前記斜面に接合し、

前記ミラーの鏡面は、前記基板の基板面に概ね垂直である

請求項 1 の光路制御基板。

【請求項 12】前記ミラーの鏡面は錐体の複数面の内の 1 つの面である
請求項 1 又は 2 の光路制御基板。

【請求項 13】前記ミラーは、

互いに屈折自在である 2 つの屈折体を備え、

前記 2 つの屈折体の 1 つは鏡面を有し、

前記 2 つの屈折体のうちの一方は前記基板に支持され、前記 2 つの屈折体のうちの他方は前記能動体に支持され、

前記能動体は前記基板に対して線形に変位する

請求項 1 の光路制御基板。

【請求項 1 4】前記 2 つの屈折体の他の 1 つは他の鏡面を有する
請求項 1 3 の光路制御基板。

【請求項 1 5】前記ミラーは、
第 1 揺動体と、
前記第 1 揺動体に対して揺動自在である第 2 揺動体とを備え、
前記能動体は、
第 1 能動体と、
第 2 能動体とを備え、
前記第 1 能動体は前記第 1 揺動体と同一体であり、
前記第 2 能動体は前記第 2 揺動体と同一体であり、
前記第 1 揺動体は、鏡面を有し、
第 1 能動体と前記第 2 能動体は物理的変位力を相対的に受けて変位し、
前記物理的変位力は、電歪、磁歪、磁気、電気、相転移、光圧、熱的膨張収縮
、圧電、光圧電の物理効果から選択される力である
請求項 1 の光路制御基板。

【請求項 1 6】前記基板よりも基板面積が広い大基板を更に含み、
前記基板は前記大基板に接合し、
前記ミラーが介設されている前記光路は、前記大基板の基板面に概ね平行であ
る
請求項 1 の光路制御基板。

【請求項 1 7】前記ミラーは、
第 1 層と、
前記第 1 層の裏面側に接合する第 2 層と、
前記第 2 層の裏面側に接合する第 3 層とを備え、
前記第 1 層は、互いに屈折自在である第 1 層第 1 屈折層と第 1 層第 2 屈折層と
を含み、
前記第 2 層は、互いに屈折自在である第 2 層第 1 屈折層と第 2 層第 2 屈折層と

を含み、

前記第 3 層は、互いに屈折自在である第 3 層第 1 屈折層と第 3 層第 2 屈折層とを含み、

前記ミラーは前記第 1 層に一致し、

前記能動体は前記第 2 層に一致し、前記第 2 層は電氣的又は磁氣的に歪む材料で形成され、

前記支持体は前記第 3 層に一致し、

前記第 3 層は前記基板に接合する電極である

請求項 1 の光路制御基板。

【請求項 1 8】前記材料は圧電素子に用いられる材料である
請求項 1 7 の光路制御基板。

【請求項 1 9】前記能動体と前記支持体は同一体であり、
前記能動体は線形に変位する
請求項 1 の光路制御基板。

【請求項 2 0】前記能動体は、超音波により前記基板上で変位する
請求項 1 9 の光路制御基板。

【請求項 2 1】前記能動体は、第 1 磁石であり、
前記基板に固定されている第 2 磁石を更に含み、
前記第 1 磁石と前記第 2 磁石のうちの一方は永久磁石であり、前記第 1 磁石と
前記第 2 磁石のうちの他方は電磁石である
請求項 1 9 の光路制御基板。

【請求項 2 2】前記ミラーは、
第 1 層と、
前記第 1 層の裏面側に接合する第 2 層とを備え、
前記第 1 層は、互いに屈折自在である第 1 層第 1 屈折層と第 1 層第 2 屈折層とを含み、

前記第 2 層は、互いに屈折自在である第 2 層第 1 屈折層と第 2 層第 2 屈折層とを含み、

前記ミラーは前記第 1 層に一致し、

前記能動体は前記第 2 層に一致し、前記第 2 層は形状記憶合金である
請求項 1 の光路制御基板。

【請求項 2 3】前記基板は前記能動体に一致し、
前記能動体は熱的に膨張し、且つ、収縮する
請求項 1 の光路制御基板。

【請求項 2 4】前記能動体は前記支持体に一致し、
前記支持体は光流層を介して前記基板に支持され、
前記支持体はレーザー照射を受けて回転する
請求項 1 の光路制御基板。

【請求項 2 5】下記工程の連鎖：
型でミラーを製作すること、
基板に対して変位する能動体を前記基板に形成すること、
前記型を前記基板に移送すること、
前記ミラーを前記型から前記能動体に転写すること
含む光路制御基板の製造方法。

【請求項 2 6】前記製作することは、
前記型の本体に凹面を形成すること、
前記凹面に鏡面層を形成することとを備え、
前記転写することは、前記鏡面層を転写することである
請求項 2 5 の光路制御基板の製造方法。

【請求項 2 7】前記製作することは、
前記凹面に剥離層を形成することを更に含み、
前記鏡面層を形成することは前記剥離層に前記鏡面層を形成することである
請求項 2 6 の光路制御基板の製造方法。

【請求項 2 8】前記鏡面層は金で形成され、前記剥離層は銅で形成されてい
る
請求項 2 7 の光路制御基板の製造方法。

【請求項 2 9】前記鏡面層を転写することは、前記剥離層を転写すること
ある

請求項 2 7 の光路制御基板の製造方法。

【請求項 3 0】前記連鎖は、
前記剥離層を除去すること
を更に含む請求項 2 7 の光路制御基板の製造方法。

【請求項 3 1】前記型は、結晶方位（1 0 0）のシリコン結晶体であり、
前記凹面は錐面に形成される
請求項 2 6 の光路制御基板の製造方法。

【請求項 3 2】前記鏡面層は、中央ラインで屈折自在な厚みで形成され、
前記鏡面層の鏡面は前記中央ラインの両側で形成されている
請求項 2 6 の光路制御基板の製造方法。

【請求項 3 3】前記連鎖は、
前記鏡面層のうち前記中央ラインを含む屈折部分をエッチングにより除去する
こと

を更に含む請求項 3 2 の光路制御基板の製造方法。

【請求項 3 4】前記製作することは、
前記凹面に能動層を形成することを更に備え、
前記鏡面層を形成することは前記能動層に前記鏡面層を形成することであり、
前記転写することは、前記鏡面層と前記能動層を転写することであり、
前記能動層は電氣的又は磁氣的に歪む材料で形成されている
請求項 2 6 の光路制御基板の製造方法。

【請求項 3 5】第 1 ミラー面を形成する第 1 屈折層と、
前記第 1 屈折層に屈折ラインで屈折自在に接続する第 2 屈折層とを含む
ミラー。

【請求項 3 6】前記第 1 屈折層は、第 1 能動体に接合する第 1 接合部分を備
え、

前記第 2 屈折層は、前記第 1 能動体に対して相対的に変位する第 2 能動体に接
合する第 2 接合部分を備えている

請求項 3 5 のミラー。

【請求項 3 7】第 1 層と、

前記第 1 層の裏面側に接合する第 2 層とを含み、

前記第 1 層は、互いに屈折自在である第 1 層第 1 屈折層と第 1 層第 2 屈折層とを備え、

前記第 2 層は、互いに屈折自在である第 2 層第 1 屈折層と第 2 層第 2 屈折層とを含み、

前記第 1 層第 1 屈折層は鏡面を有し、

前記第 2 層は、物理的エネルギーを受けて変形するミラー。

【請求項 3 8】前記第 2 層は形状記憶合金である請求項 3 7 のミラー。

【請求項 3 9】前記第 2 層の裏面側に接合する第 3 層とを備え、

前記第 3 層は、互いに屈折自在である第 3 層第 1 屈折層と第 3 層第 2 屈折層とを含み、

前記第 2 層は電氣的に歪む材料で形成され、

前記第 3 層は前記第 2 層に電圧を印加する電極層である

請求項 3 7 のミラー。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光路制御基板、その製造方法、及び、ミラーに関し、特に、半導体基板、プリント回路基板の配線を光学回路化する光路制御基板、その製造方法、及び、ミラーに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

大容量情報の伝達の要求が高まっていて、コンピュータ端末間、交換器、大型コンピュータ間のデータ伝送を実時間で並列に行う並列伝送、一般家庭への高度情報サービスが、加入者系で適用されることが考えられている。このような大容量情報の伝達のために光通信の普及が望まれている。

【0 0 0 3】

光通信には、光ファイバ、半導体レーザ素子（LD）、発光ダイオード（LED）、フォトダイオード（PD）から形成される光モジュールが用いられる。そのモジュールの光スイッチ、アイソレータ、光導波路のような受動素子、能動素子は、その高性能化、高機能化により、それらの応用範囲が拡大されつつある。光加入者系では、個々の光素子の低価格化が求められるとともに、光素子が機能的に組み合わせられて配列される光モジュールの低価格化が不可避免的に求められる。

【0004】

その低価格化のためには、光素子をマイクロオプティック的にブロック状に配列する同軸型のモジュール構成ではなく、複数の光素子を同一基板上に配列する平面型光回路のモジュール構成がより望ましいと考えられている。図32は、そのように望ましいとされている公知の双方向モジュールの平面型光回路を示している。同一のSi基板101の上面に、LD102、PD103、光導波路104、波長フィルタ105、光ファイバ106が配置されている。送信源であるLD102から出射され波長が $1.3\mu\text{m}$ である出射光は、光導波路104に入射し、波長フィルタ104の中で直進して伝送路である光ファイバ106により受信側へ伝送される。光ファイバ106により伝送されてくる波長が $1.55\mu\text{m}$ の信号光は、光導波路104に入射し、波長フィルタ105で隣接の導波路に光路が変更されてPD103に入射して、光の受信がなされる。このように平面型光回路が用いられて、小型の送受信光モジュールが実現され得る。慣用の半導体プロセス技術は、Si基板101に、光導波路104、波長フィルタ105、光ファイバ106を位置決めする溝が一括されて形成され、製作コスト、実装コストの低減が可能であり、更に、実装面積の縮小化が実現される。

【0005】

光素子には、LED、PDのように表面発光（受光）素子であって光軸が垂直方向に向くものと、LDのように端面発光（受光）素子であって、通常平面内に配置される導波路のように光軸が水平方向に向くものがある。光軸方向が互いに直交するこれらの2種の光素子が同一基板上に混在して平面的に配置されて光学的に結合されると、光路の 90° 変換が必要になる。Masataka Itoh, et.al.,

46th Electronic Component & Technology Conference, p.1などに示されるように(図33)、この技術では、光ファイバ106からの出射光を、シリコン基板101を異方性エッチングして作製した斜面109で反射して、PD103に向かう方向に光路変換して光結合している。しかし、この方法では基板材料がシリコンに限定されその他の基板に対応できない。また、特開平7-159658号に示されるように、光路変換の慣用の技術としてプリズムが知られている(図34)。光導波路104から出射した光ビーム107は、プリズム108又は反射ミラーの反射面109で90°の方向変換を受ける。1mm以下の大きさに形成したいプリズムの製作のコストは高く、且つ、新たに必要になる素子の追加による部品点数の増大を招き、その実装の手間がかかって、コストが更に増大する。

【0006】

光路を変換しない場合の実装が、図35に示されている。PD103の非平面的実装のためには、新たに立体的な位置調整が必要であり、PD103を支持する他の基板110と、その基板を調整位置で固定するための部品との追加が必要であり、更に製造コストの増大を招くことになる。

【0007】

発光ダイオード、レーザーダイオードから射出される光は放射角を持ち、その放射部の近傍に導波路、光ファイバを近接に配置したとしても光損失は大きい。光損失を少なくするため光収束性がよいレンズを小型化して製作することは困難であり、その製作コストは低くなく、その実装が困難である。

【0008】

このような問題点が解決される場合に、次に、光経路のスイッチングのため光経路変換機構が必要になる。光経路変換機構として、非可動式スイッチと可動式スイッチが知られている。非可動式スイッチとして、光学結晶の電気光学効果、磁気光学効果が利用される技術が知られている。可動式スイッチとして、R. Jebe ns et.al., Sensors and Actuators 20, p.65-73, 1989 で示されているように、光ファイバを機械的に駆動する技術が知られ、又は、L.Y.Lin et.al., IEEE Photon Technol. Lett. 10, 1425, 1998, J.Mohr et.al., Technical Digest of

International Conf. on Optical MEMS and Their Applications, p221-226 に示されているように、微小ミラーを駆動する技術・方式 (Micro-electro-mechanical-systems: MEMS) が知られている。後者は、安価に大規模な光スイッチを実現する技術として期待されている。

【 0 0 0 9 】

既述の MEMS による光スイッチは、主に、シリコン基板に半導体の微細加工技術が施されて作製されている。このような技術によれば、基板がシリコンに限定される問題点があって、内層電気配線が可能であるプリント基板の上では、光スイッチを実現することができない。LIGA プロセス (Lithographie Galvano forming Abforming) でミラーと静電アクチュエータを Ni メッキで作製した例が知られているが、そのミラーの表面粗さが大きい光損失を招く問題点が指摘されている。

【 0 0 1 0 】

光モジュールの光ファイバと PD との間の光路調整は、既述の技術 (Masataka Itoh, et.al.) に示されるように、主に、平坦なシリコン基板の基板面を基準にして行われている。光モジュールの基板として、平坦なシリコン以外の基板を使用することができないことは、光モジュールの製作の自由性を強く拘束している。

【 0 0 1 1 】

シリコン基板の平面性の拘束から離脱してより立体的にミラーを実装し、多様な基板に簡素に実装することができる技術の確立が求められる。そのような技術として、基板面又は基板面を形成する積層構造面に拘束されずに基板面に対してミラーを簡易に実装することができることが望まれる。更に、そのように実装されるミラーの簡素な駆動の技術の確立が求められる。

【 0 0 1 2 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、シリコン基板の平面性の拘束から離脱してより立体的にミラーを実装し、多様な基板に簡素に実装する技術を確立することができる光路制御基板、その製造方法、及び、ミラーを提供することにある。

本発明の他の課題は、基板面又は基板面を形成する積層構造面に拘束されずに基板面に対してミラーを簡易に実装することができる光路制御基板、その製造方法、及び、ミラーを提供することにある。

本発明の更に他の課題は、そのように実装されるミラーを簡素に駆動する技術を確立することができる光路制御基板、その製造方法、及び、ミラーを提供することにある。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

その課題を解決するための手段が、下記のように表現される。その表現中に現れる技術的事項には、括弧（ ）つきで、番号、記号等が添記されている。その番号、記号等は、本発明の実施の複数の形態又は複数の実施例のうちの少なくとも1つの実施の形態又は複数の実施例を構成する技術的事項、特に、その実施の形態又は実施例に対応する図面に表現されている技術的事項に付せられている参照番号、参照記号等に一致している。このような参照番号、参照記号は、請求項記載の技術的事項と実施の形態又は実施例の技術的事項との対応・橋渡しを明確にしている。このような対応・橋渡しは、請求項記載の技術的事項が実施の形態又は実施例の技術的事項に限定されて解釈されることを意味しない。

【 0 0 1 4 】

本発明による光路制御基板は、基板（1）と、基板（1）上に配置される光路と、その光路に介設され基板（1）に対して変位可能であるミラー（2）と、ミラー（2）を基板（1）に対して変位可能に支持する支持体（4）と、ミラー（2）の変位を従動させる能動体（3、アクチュエータ）とから構成されている。能動体（3）と支持体（4）は基板（1）に対して支持されている。能動体（3）と支持体（4）のミラー（2）に対する支持構造順序は自由であり、支持体が能動体を兼ね、逆に、能動体が支持体を兼ね、更には、能動体と支持体は完全に同一体として形成され得る。

【 0 0 1 5 】

ミラー（2）は、ミラー（2）の鏡面に対応する面を持つ型（6）に接合して形成される。ミラー（2）は支持体（4）に型（6）から転写されて支持体（4

）に支持されている。ミラーの製作とミラーの実装を含む回路基板の製作は、転写によって統一化される。このような転写は、ミラー（２）の実装を極端に簡素化し、且つ、ミラーの量産的製作を容易化する。

【 0 0 1 6 】

支持体（４）は、物理的変位力を受けて変位する能動体であり得る。物理的変位力は、電歪、磁歪、磁気、電気、相転移、光圧、熱的膨張収縮、電気的な圧電、光学的な光圧電の物理効果から選択される力であり、このような物理効果は、微小物体を駆動し変位させるマイクロマシンの駆動力として適正であることが知られている。

【 0 0 1 7 】

ミラー（２，１７，４２）は、支持体（４４，４３）に積層化されている。支持体（４４，４３）は、能動体を兼ねている（例示：図１５）。ミラー（２）と支持体（４３，４４）は、ミラー（２）の鏡面に対応する面を持つ型（６）に接合して形成され、ミラー（２）と支持体（４３，４４）は型（６）から基板（１）に転写されて基板（１）に支持される。この場合、能動体（４３）と支持体（４３）は同一体であり、層状に形成されているので、変位・変形の機構がシンプルであり、マイクロマシンとして適正である。変位の意義は、線形又は回転の運動と、材料の歪み、曲げのような局所的運動の連鎖を含む。この場合にも、支持体（４，４３）は、物理的変位力を受けて変位する能動体であり、物理的変位力は、電歪、磁歪、磁気、電気、相転移、光圧、熱的膨張収縮、圧電、光圧電の物理効果から選択される力である。

【 0 0 1 8 】

能動体は、基板（１'）に支持されている第１能動体（図１８の４５）と、第１能動体（４５）に対して変位する第２能動体（図１８の１）とを備えている。この場合、支持体は第２能動体に同一体である。第２能動体（１）を第１能動体（４５）に対して変位させる変位力は、超音波、電磁気、光圧の物理効果から選択される力である。

【 0 0 1 9 】

ミラー（２）は、ミラー（２）の鏡面に対応する面を持つ型（６）に接合して

形成され、ミラー（２）は第２能動体（１）に型（６）から転写されて第２能動体（１）に支持されている。このような場合、小基板（１）が大基板（１'）に変位自在に支持され、光回路基板の大規模化と生産工程の合理化が促進される。

【0020】

支持体（図２７の５４）は、光圧により基板に支持され得る。この場合、能動体は、直接的にはレーザーであり、又は、レーザーの照射を受けて回転する光車として能動体である。この場合の能動体（５４）は回転体であり、この場合の支持体（４）は、回転体（５４）に支持される。

【0021】

支持体（４）は斜面（図１の５）を有し、ミラー（２）が斜面（５）に接合する場合、ミラー（２）の鏡面は、基板（１）の基板面に概ね垂直である。基板（１）に平行な面上で、光回路を形成することができる。ミラーは、結晶軸の向きが利用され、結晶体から錐体として形成される。ミラーの鏡面は、錐体（中空）の複數面の内の少なくとも１つの面が用いられる。

【0022】

ミラー（２）は、互いに屈折自在である２つの屈折体（２９，３１）を備え、２つの屈折体（２９，３１）の１つは鏡面を有して反射面体を形成し、２つの屈折体のうちの一方は基板（１）に支持され、２つの屈折体（２９，３１）のうちの他方は能動体（図８の２１）に支持されている。能動体（２１）は基板（１）に対して線形に変位・運動する。屈折体（２９，３１）は、薄く形成されていて、変位速度が速い。２つの屈折体（２９，３１）の他の１つは、他の鏡面を有することが好ましい。２つの屈折体である２つの反射面体（２９，３１）の２つの反射面は、いずれもが使用されることにより、光回路の構成の多様化を促進することができる。

【0023】

ミラー（２）は、第１揺動体（図２２の３６）と、第１揺動体（３６）に対して揺動自在である第２揺動体（３７）とを備え、能動体は、第１能動体と、第２能動体とを備え、第１能動体は第１揺動体（３６）と同一体であり、第２能動体は第２揺動体（３７）と同一体であり、第１揺動体（３６）は、鏡面を有してい

る。第1能動体(36)と第2能動体(37)は相対的に物理的変位力を受けて変位し、物理的変位力は、既述の通り、電歪、磁歪、磁気、電気、相転移、光圧、熱的膨張収縮、圧電、光圧電の物理効果から選択される力である。

【0024】

基板(1)よりも基板面積が広い大基板(1')が用いられる。基板(1)は大基板(2)に接合し、ミラー(2)が介設されている光路は、大基板(1')の基板面に概ね平行である。2種の基板を用いることにより、光路を基準になる基板(この場合は、大基板1')の基板面に平行な光回路を容易に実装して構成することができる。

【0025】

ミラー(2)又はミラー(2)を含むミラーは、第1層(図15の42, 17)と、第1層(42)の裏面側に接合する第2層(43)と、第2層(43)の裏面側に接合する第3層(44)とを備えている。第1層(42)は、互いに屈折自在である第1層第1屈折層と第1層第2屈折層とから構成され、第2層は互いに屈折自在である第2層第1屈折層と第2層第2屈折層とから構成され、第3層は互いに屈折自在である第3層第1屈折層と第3層第2屈折層とから構成される。この場合、ミラー(2)は第1層(42)に一致し、能動体は第2層(43)に一致し、第2層(43)は電氣的又は磁氣的に歪む材料で形成される。支持体は第3層(44)に一致し、第3層(44)は基板に接合する電極として形成される。このような3層構造により、鏡面の曲率を変えて光路変換を行う構造が簡素化され、その製造方法は量産化の点で好適である。その材料は、圧電素子に用いられる材料が好適である。

【0026】

能動体(図18の1)と支持体は、同一体として形成され、能動体(1)が線形に変位(運動)する場合、能動体(1)は超音波により基板(1')上で変位する。能動体(1)は第1磁石として形成され、基板(1')には第2磁石(47)が固定され、第1磁石(48)と第2磁石(47)のうちの一方は永久磁石であり、第1磁石と第2磁石のうちの他方は電磁石である。

【0027】

ミラー（２）は、第１層（図２３の４９）と、第１層（４９）の裏面側に接合する第２層（５１）とから形成されている。第１層（４９）は、互いに屈折自在である第１層第１屈折層と第１層第２屈折層とから形成され、第２層（５１）は、互いに屈折自在である第２層第１屈折層と第２層第２屈折層とから形成され、ミラー（２）は第１層に一致し、能動体は第２層（５１）に一致している。この場合、第２層（５１）は形状記憶合金として形成されることが適正であるが、既述の物理効果は利用可能である。

【００２８】

本発明による光路制御基板の製造方法は、工程の連鎖（set）：型（６）でミラー（２）を製作すること、基板（１）に対して変位する能動体（３）を基板（１）に形成すること、型（６）を基板（１）に移送すること、ミラー（２）を型（６）から能動体（３又は４）に転写することから構成されている。型の移送と型からの転写とにより、ミラーを立体的に基板に実装することができ、基板を加工してミラーを形成する必要がない。ミラーを製作することは、型の本体（６）に凹面（１３）を形成すること、凹面（１３）に鏡面層（１７）を形成することとから構成されている。ミラーを転写することは、鏡面層（１７）を転写することと一致している。鏡面層を形成する過程で形成される銅層（１５）は転写後に削除される。

【００２９】

ミラーを製作することは、凹面（１３）に剥離層（１５）を形成することと、鏡面層（１７）を形成することは剥離層（１５）に鏡面層（１７）を形成することと一致している。鏡面層は金で形成され、剥離層は銅で形成されることが好ましい。鏡面層（１７）を転写することは、剥離層（１５）を転写することと一致する。剥離層は後で除去される。

【００３０】

型（６）は、結晶方位（１００）のシリコン結晶体であり、凹面（６）は容易に錐面に形成され得る。鏡面層（１７）は、中央ラインで屈折自在な厚みで形成され、鏡面層（１７）の鏡面は中央ラインの両側で形成されることが可能である。この場合、ミラーは四角錐として形成される。鏡面層のうち中央ラインを含む屈

折部分をエッチングにより除去することにより、屈折抵抗を除去して、その屈折速度を速くすることができる。能動層は、鏡面層に形成される。この場合、転写することは、鏡面層と能動層を同時に一体的に転写することであり、能動層は電氣的又は磁氣的に歪む材料で形成されている。

【0031】

本発明によるミラーは、第1ミラー面を形成する第1屈折層(29)と、第1屈折層(29)に屈折ラインで屈折自在に接続する第2屈折層(31)とから形成されている。第1屈折層(29)の表面は鏡面に形成される。第1屈折層(29)は、第1能動体(図8の1)に接合する第1接合部分(27)を備え、第2屈折層(31)は、第1能動体(29)に対して相対的に変位する第2能動体(21)に接合する第2接合部分(28)を備えている。このような接合部分(27, 28)は、接合工程を簡素化する。

【0032】

本発明によるミラーは、第1層(42)と、第1層(42)の裏面側に接合する第2層(43)とから構成されている。第1層(42)は互いに屈折自在である第1層第1屈折層と第1層第2屈折層とから構成され、第2層は互いに屈折自在である第2層第1屈折層と第2層第2屈折層とから構成されている。第1層第1屈折層は鏡面を有し、第2層(43)は物理的エネルギーを受けて変形する。第2層は、形状記憶合金であることが例示される。

【0033】

第2層(43)の裏面側に接合する第3層(44)が使いされる。第3層(44)は、互いに屈折自在である第3層第1屈折層と第3層第2屈折層とから形成され、第2層(43)は電氣的に歪む材料で形成され、第3層(44)は第2層(43)に電圧を印加する電極層として形成されている。

【0034】

【発明の実施の形態】

図に対応して、本発明による光路制御基板の実施の形態は、基板にミラーが実装され、図1に示されるように、その基板1の上面側にミラー2が立体的に配置されている。基板1にはその上面に円盤状の歯車3が可動的・回転的に配置され

ている。歯車 3 の上面に、それと同軸に台座 4 が接合している。ミラー 2 は、後述される別工程で型に形成され、その型から剥がされ台座 4 の斜面 5 に転写されて台座 4 に接合される。ミラー 2 は、三角錐、三角柱、四角錐、四角柱のような形状に形成されている。ミラー 2 が三角柱であれば、その軸直角断面上でその三角形は正三角形であり、3 つの角度はそれぞれに 60 度である。台座 4 は、その断面が直角三角形であり、斜面 5 と基板 1 又は歯車 3 の上面との間の角度は、30 度である。ミラー 2 の 1 つの面は反射面 2' として形成され、その反射面 2' と基板 1 の上面との間の角度は、90 度であり、反射面 2' は基板 1 に直交している。

【0035】

図 2 (a) ~ (h) は、本発明による光路制御基板の製造方法の実施の形態を示している。図 2 (a) に示されるように、結晶方位 (100) の直径 6 インチ、厚み 1 mm のシリコンウエハ 6 の両面に、熱酸化膜 7 を厚み 1 μ m で成膜する。図 2 (b) に示されるように、片側の熱酸化膜 7 にフォトリジスト 8 を厚み 5 μ m で塗布し、所定のマスクを通して露光した後に、現像、水洗、パターニングの各処理を行って、フォトリジスト 8 に第 1 開口部 9 を形成する。

【0036】

第 1 開口部 9 の形状は、縦 70 μ m \times 横 100 μ m である。第 1 開口部 9 をバッファードフッ酸に浸してシリコンウエハ 6 の表面の熱酸化膜 7 をエッチングし、水洗した後に、図 2 (c) に示されるように、フォトリジスト 8 を溶剤で除去し、洗浄して、熱酸化膜 7 に第 2 開口部 11 を形成して、シリコンウエハ 6 に露出面 12 を形成する。図 2 (d) に示されるように、水酸化カリウム溶液で第 2 開口部 11 に露出しているシリコンウエハ 6 を異方性エッチングして (111) 面を持つ四角錐形状の窪み 13 を作製する。図 2 (e) に示されるように、シリコンウエハ 6 のくぼみ 13 が形成されている側 (既述の片側) の熱酸化膜 7 をバッファードフッ酸で全てエッチングする。ここで、実装を考慮して、シリコンウエハである型 6 には、図 3 に示されるように、凸部分 14 が形成され、凸部分 14 に既述の窪み 13 が形成されると好都合である。

【0037】

図 2 (f) に示されるように、シリコンウエハ 6 の窪み 1 3 が形成されている側の面に、

銅スパッタ膜 1 5 を厚さ $1\ \mu\text{m}$ に成膜する。図 2 (g) に示されるように、フォトレジスト 1 6 を銅スパッタ膜 1 5 の上面に塗布して、露光現像しパターンニングを行う。その開口部形状は、図 4 に示されるように、その開口部は窪み 1 3 を含み、左右に接続部分が形成された形状になっている。ここで、光回路基板 1 との接続部分を光学的入射方向以外に設けている（その光軸は点線で示されている。）。

【0038】

次に、電解メッキで Au メッキ膜 1 7 を銅スパッタ膜 1 5 の上面に厚さ $5\ \mu\text{m}$ で形成する。図 2 (h) に示されるように、フォトレジスト 1 6 を溶剤で除去し、硫酸 5 % と過酸化水素水 5 % のエッチング液に浸して、銅スパッタ膜 1 5 を $0.8\ \mu\text{m}$ エッチングする。この工程により、銅スパッタ膜 1 5 が薄くなって、後の工程のミラー転写時の応力を低減することができ、不良を少なくすることができる。

【0039】

このように形成されるミラー 2 は、板状に薄く形成され、中ぐりされた錐体、角柱に形成され、全体の質量が小さく小さい力で運動しやすく、且つ、変形しやすく、四角錐、四角柱に形成される場合は、屈折ラインを持つ屈折部分の形成が可能であり、屈折的変位が容易である。角柱、錐体は、結晶体の結晶軸の向きが利用されて、公知のエッチング技術により、容易に形成され、鏡面精度が高い。

【0040】

図 5 (a), (b), (c) は、本発明による光路制御基板の製造方法の実施の他の形態を示し、特に、歯車 3 と三角形部品である台座 4 を基板 1 に接合する接合方法を示している。歯車 3 と台座 4 とは、X 線リソグラフィーと電気メッキを用いる既述の LIGA プロセスにより作製され得る。歯車 3 と台座 4 は、共に Ni で形成され、その Ni 本体には Au メッキが施されている。

【0041】

台座 4 は、図 5 (b) に示されるように、X 線リソグラフィーにより、基板 1

上に回転可能に形成されている。台座4は、歯車4の上面に半田を介して接合されて実装される。図5(c)に示されるように、Auメッキ膜17が形成された図2(h)に示されるシリコンウエハ6と台座4とを接続装置(図示されず)により位置合わせし、Auメッキ膜17を台座4の斜面5に接合する。その接合の状態、型であるシリコンウエハ6をAuメッキ膜17から剥離し、Auメッキ膜17の表面側の銅スパッタ膜15をエッチングして、Auメッキ膜17のAu膜面を露出させる。反射面2'は、四角錐面の4つの面(底面側2"は開放されている)の1つに一致している。次に、光ファイバ18と集光レンズ19とを目標位置に実装する。

【0042】

図6に示されるように、基板1上には、静電アクチュエータ21とラック(時計のガンギ車)22とが配置されている。静電アクチュエータ21の線形運動をラック22が歯車3に伝達し、ラック22は、静電アクチュエータ21の線形運動を歯車3の回転運動に変換する。静電アクチュエータ21の変位量は厳密に制御され、PD23の出射光24は正確に出射側光ファイバ18の端面に直角に十分な精度で入射することができる。歯車3を正確に90度回転させて、出射側光ファイバ18に180度で対向する他の光ファイバ18に入射させることができた。ミラー2の反射面2'の反射損失は、0.1dB程度であり、十分に低い値がえられることが確認され、結果的に、反射面2'の鏡面度と静電アクチュエータ21による回転角度制御が十分に高精度であることが確認された。図2(d)のステップで、窪み13の窪み角度を変更することにより、反射面2'と基板面との間の角度は自由に変更することが可能である。

【0043】

図7は、本発明による光路制御基板の製造方法の実施の更に他の形態を示している。図2(g)に示されるフォトリジスト16により形成されている開口は、図7に示されるように改変されている。その開口面は、両側の接続部相当面25、26と、2反射面相当面27、28とから形成されている。図7に示される型で形成されるミラー2は、図8に示されるように、実装される。接続部相当面25、26に対応して形成される両側接続部27、28は、基板1の本体側と、可

動側とにそれぞれに接合されている。2 反射面相当面 2 7, 2 8 に対応して形成されている両側反射面を有する両側反射面体 2 9, 3 1 は、対称基準平面 3 0 に対して対称に形成されている。

【 0 0 4 4 】

基板 1 の一部に低位部分が形成され、その低位部分の上面にアクチュエータ 2 1 が対称基準平面 3 0 に直交する方向に変位することができるよう配置されている。片側の接続部 2 7 は基板 1 に対して固着され、他方側の接続部 2 8 は静電アクチュエータ 2 1 の上面に固着されている。接続部 2 7 と接続部 2 8 は、同一平面上に位置している。アクチュエータ 2 1 は、線形に $100\mu\text{m}$ ほど伸縮変位することができる。両側反射面体 2 9, 3 1 は、ミラー 2 を形成し互いに相対的に屈折する両側の屈折部分が薄く形成され、その屈折変位が容易である。

【 0 0 4 5 】

図 9 (a), (b) に示されるように、静電アクチュエータ 2 1 は膨縮し、静電アクチュエータ 2 1 の膨張位置と収縮位置との 2 変位位置で、反射面体 2 9 の反射面と反射面体 3 1 の反射面の角度が異なる。図 1 0 は、このように反射角度を変えることができる 2×2 の 4 つのミラー 2 を用いた光スイッチを示している。4 つのミラー 2 は、4 つの静電アクチュエータ 2 1 により個別にそれぞれに既述の通りに変形的に駆動される。2 チャンネルの出力側光ファイバ 1 8 と 2 チャンネルの入力側光ファイバ 1 8' は、出力側レンズ 1 9 と入力側レンズ 1 9' と、ミラー 2 と、反射鏡 3 3 とを介して、光により接続される。

【 0 0 4 6 】

一方の出力側光ファイバ 1 8 から出射する一方の出射光 3 4 は、第 1 ミラー 2 の一方の反射面体 3 1 で反射し、反射鏡 3 3 で反射し、第 4 ミラー 2 の他方の反射面体 2 9 で反射して、一方の入力側光ファイバ 1 8' に入射する。他方の出力側光ファイバ 1 8 から出射する他方の出射光 3 5 は、第 2 ミラー 2 の一方の反射面体 3 1 で反射し、反射鏡 3 3 で反射し、第 3 ミラー 2 の他方の反射面体 2 9 で反射して、他方の入力側光ファイバ 1 8' に入射する。静電アクチュエータ 2 1 を 2 位置動作させることにより、出射光 3 4 又は出射光 3 5 を入射させる 2 つの入力側光ファイバ 1 8' を選択的に変更することができる。ミラー 2 が持つ 2 反

射面のうちの1つが用いられ、回路構成が簡素化する。

【0047】

図11は、本発明による光路制御基板の実施の他の形態を示している。図8に示されるミラー2の頂点・頂線部分（既述の屈折部分）が削除され、両接合部27、28はともに基板1に固着されている。2つに分離分割されたミラー部分36、37の裏面側に電線（図示されず）が蒸着されている。その電線に電流を流すことにより、ミラー部分36、37の電線に電流を流すことにより、その電流に比例する吸引力又は反発力で、両ミラー部分36、37は互いに引き合い又は互いに反発して、両ミラー部分36、37の反射面体29、31の角度が変更される。ミラー2の周囲に配置される複数の出力側光ファイバ18のいずれかと、同様に配置される複数の入力側光ファイバ18'のいずれかを選択的に光学的に接続することができる。このようなミラー2は、その変位力が小さくてすみ、変位速度が速い。

【0048】

図12に示されるように、図11の基板1が大基板1'に接合されている。基板1の基板面は、大基板1'の基板面に直交している。このような直交関係で基板1と大基板1'を接合すれば、図11のファイバ18、18'の光軸を大基板1'の基板面に平行に配置することができ、大基板1'で規定される平面上で光スイッチ回路を形成することができる。

【0049】

図13(a)、(b)は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態を示している。図8に示されるミラー2の頂点部分が削除され、両接合部27、28はともに基板1に固着されている。2つに分離分割されたミラー部分36、37に正負の電位を印加することにより、ミラー部分36、37の角度を変更することができる。図13(a)は、正又は負の同じ極性の電圧印加により、ミラー部分36、37が互いに反発して遠ざかる場合を示し、図13(b)は、正又は負の異なる極性の電圧印加により、ミラー部分36、37が互いに吸引して接近する場合を示している。このようなミラーの駆動により、光スイッチを形成し、又は、光学的回路を自由に多様に形成することができる。

【 0 0 5 0 】

図 1 4 (a) , (b) , (c) は、本発明による光路制御基板の製造方法の実施の更に他の形態を示している。図 1 4 (a) に示されるように、図 7 に示される型で形成される図 8 のミラー 2 を基板 1 に形成することは、既述の通りである。図 1 4 (a) で示される状態では、既述の通りのエッチングにより A u 膜面は既に露出している。そのミラー 2 と基板 1 にそれらの上面側から、スプレー式にレジスト膜 4 1 を形成する。レジスト膜 4 1 をパターニングして、ミラー 2 の頂点部分を露出させる。図 1 4 (b) に示されるように、イオンビームエッチングにより、ミラー頂点部分を除去する。次いで、図 1 4 (c) に示されるように、レジスト膜 4 1 を剥離して、図 1 1 , 1 2 に示される分離分割型のミラー 2 が形成され得る。反射面体 2 9 と反射面体 3 1 は、これら両面が反射面として利用され得る。

【 0 0 5 1 】

図 1 5 は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態を示している。ミラー 2 は、2 反射面を持つミラー本体 4 2 と、圧電膜 4 3 と、電極層 4 4 とから形成されている。圧電膜 4 3 は、ミラー本体 4 2 の下面に積層化されている。電極層 4 4 は、圧電膜 4 3 の下面に積層化されている。ミラー本体 4 2 と、圧電膜 4 3 と、電極層 4 4 は、既述の図 8 のミラー 2 と同様にそれぞれに両側接続部を有し、それらの接続部の 3 層の積層により基板 1 に全体として接合されている。基板 1 に電極 4 5 が形成され、電極 4 5 とミラー本体 4 2 の接続部との間がボンディング 4 6 で電氣的に接続されている。電極層 4 4 の接続部と電極 4 5 の間に電圧を印加することにより、図 1 6 (a) , (b) に示されるように、圧電膜 4 3 が歪んで圧電膜 4 3 に積層されているミラー本体 4 2 の表面の傾斜角度が変更される。ミラー本体 4 2 の表面の傾斜角度は、電圧制御により正確に制御され得る。

【 0 0 5 2 】

図 1 7 (a) , (b) , (c) , (d) は、本発明による光路制御基板の製造方法の実施の更に他の形態を示し、特に、図 1 5 のミラー 2 の製造方法を示している。図 2 (e) のステップに次いで、型であるシリコンウエハ 6 に銅スパッタ

膜15が形成され、レジストをパターニングして、Auメッキ膜17を銅スパッタ膜15の上面に形成してレジストを剥離する。次に、図17(a)に示されるように、スパッタで圧電膜43をAuメッキ膜17の上面に1 μ mの厚さで形成し、レジストでパターニングし、ドライエッチングでミラー形成部分にのみパターニングを行う。次に、図17(b)に示されるように、電極層44になる金属を蒸着により圧電膜43の上面に形成し、レジストを剥離する。図17(c)に示されるように、電極層44と圧電膜43とAuメッキ膜17と銅スパッタ膜15とで形成される4層の積層体を基板1の所定位置に転写する。その転写の際には、電極層44の接合部が、基板1に対して半田で接合される。次に、銅スパッタ膜15を既述の通りにエッチングにより除去する。図17(d)に示されるように既述の通りにボンディングを行って、図15に示されるミラー2が基板1に実装されて形成される。

【0053】

このような電歪効果を持つ圧電膜に代えられて、磁歪効果を持つ磁気膜、光磁氣的に磁歪効果を持つ光学的磁気膜が用いられ得る。

【0054】

図18は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態を示している。大基板1'の上面に小基板1が移動可能に支持されている。基板1に既述のミラー2が接合されている。大基板1'に超音波発生源(例示:圧電素子、レーザーによる超音波励起)45が接合している。図19に示されるように、超音波発生源45により大基板1'に生成される表面弾性波46は、その進行波によりミラー2を目標位置に移動させることができ、その定在波によりそのミラー2をその目標位置に正確に固定させることができる。このようなミラー2の変位駆動により、図18に示されるように、1つの出力側光ファイバ18と複数の入力側光ファイバ18'との間の光学的回路を選択的に変更することができる。

【0055】

図20は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態を示している。基板1上に、2つの電磁石47と1つの永久磁石48とが基板1上に接合している。永久磁石48は、基板1の上面で摺動的に変位・移動自在である。ミラー2は

、永久磁石 4 8 の上面側に固着されて実装されている。図 2 1 (a), (b) に示されるように、永久磁石 4 8 の磁氣的極性を変えることにより、永久磁石 4 8 は一方側の電磁石 4 7 又は他方側の電磁石 4 7 に吸着又は反発して 2 位置的に変位・移動する。永久磁石 4 8 のこのような 2 位置的移動により、図 2 0 に示されるように、出力側光ファイバ 1 8 を複数の入力側光ファイバ 1 8' のいずれかとの間の光学的接続回路を選択的に変更することができる。

【 0 0 5 6 】

図 2 2 (a), (b) は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態を示している。本実施の形態のミラー 2 は、頂点部分が分離分割された既述のミラーが使用されている。両ミラー部分 3 6, 3 7 に磁気材料が使用され、ミラー部分 3 6 とミラー部分 3 7 の磁化方向を変えることにより、内側面どうしの同極性と異極性とを選択的に変更することにより、両ミラー部分 3 6, 3 7 の離隔と接近を切り換えて、その反射面の角度を変更することができる。

【 0 0 5 7 】

図 2 3 は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態を示している。ミラー 2 は、反射面を備えるミラー本体 4 9 と、ミラー本体 4 9 の下面側に積層される形状記憶合金層 5 1 とから形成されている。形状記憶合金層 5 1 には、通電回路が接続されている。その通電により、形状記憶合金層 5 1 の温度は高低の 2 温度状態を採ることができる。その 2 温度状態により、図 2 4 (a), (b) に示されるように、形状記憶合金層 5 1 は初期形状と終期形状の 2 形状状態を採ることができる。このような 2 形状状態は、ミラー本体 4 9 の反射面が変形され、その反射角度は 2 状態で選択的に変更され得る。このような選択的変更により、出力側光ファイバ 1 8 から出射される光を複数の入力側光ファイバ 1 8' に入射させる複数の光学的回路を選択的に変更することができる。

【 0 0 5 8 】

図 2 5 は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態を示している。基板 1 の内部に熱変化セル 5 2 が設けられている。熱変化セル 5 2 の内部には液体 5 3 が充填されている。流体を加熱することにより、セル 5 2 の内部の圧力が変化して、図 2 6 (a), (b) に示されるように、基板 1 は通常変形と加熱時変

形の 2 変形状態を採ることができる。その 2 変形状態により、基板 1 は、初期形状と終期形状の 2 形状状態を採ることができる。このような 2 形状状態は、ミラー 2 の高低位置が変更される。このような選択的変更により、図 2 5 に示されるように、出力側光ファイバ 1 8 から出射される光を複数の入力側光ファイバ 1 8' に入射させる複数の光学的回路を選択的に変更することができる。液体 5 3 とともに光吸収体がセル 5 2 の中に充填され、光エネルギーをその光吸収体に吸収させて液体 5 3 の温度を変化させることができる。

【 0 0 5 9 】

図 2 7, 2 8 は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態を示している。基板 1 上に回転自在であるマイクロ光車 5 4 が設けられている。マイクロ光車 5 4 の形状は、回転対称であるが鏡面对称ではない。マイクロ光車 5 4 の回転軸心線 L を光軸とする第 1 レーザーと第 2 レーザーをマイクロ光車 5 4 の表裏面に向かう方向に照射して基板 1 の表面とマイクロ光車 5 4 の裏面との間に光流層を形成し、マイクロ光車 5 4 を基板 1 に対する浮遊状態にトラップする。回転軸心線 L に直交する方向から 1 つ又は複数の第 3 レーザーをマイクロ光車 5 4 の翼部分に照射することにより、基板 1 に対して浮いているマイクロ光車 5 4 を制御回転位置に固定することができる。

【 0 0 6 0 】

図 2 9 は、本発明による光路制御基板の実施の他の形態を示し、特に、図 1 7 に示される製造方法で製造された図 1 6 に示されるミラー 2 の応用を示している。そのようなミラー 2 が、基板 1 に接合されている。ミラー 2 は、既述の通り、表面層であるミラー本体 4 2 と中間層である圧電膜 4 3 と裏面層である電極層 4 4 とから形成されている。基板 1 の上方位置に受光部 5 5 が配置されている。受光部 5 5 の下面側に受光素子 5 6 が配置されている。

【 0 0 6 1 】

熱膨張のような原因により、図 3 0 に示されるように、受光素子 5 6 に位置ずれが生じれば、電極 4 5 と電極層 4 4 との間に電圧を印加して、ミラー本体 4 2 の曲率を変更し、出力側光ファイバ 1 8 から出射される光が受光素子 5 6 に再び正しく入射するように正確に制御することができる。受光素子 5 6 が出力する電

圧値又は電流値が変化すれば、印加電圧を正負の両方向に変化させて受光素子 56 の出力値の増減を検出するフィードバック制御により、出力側光ファイバ 18 から出る光を常に正しく受光素子 56 に入させる制御が可能である。このような制御により、光学的回路の光結合効率を最適に保持することができる。

【 0 0 6 2 】

【発明の効果】

本発明による光路制御基板、その製造方法、ミラー、及び、その製造方法は、基板を加工しないで、基板に対して運動・変位するミラーを基板に実装するので、ミラーを基板に形成する自由度が高く、ミラーの実装は転写でありその実装が機械的に容易である。ミラーの製作の自由度も高く、その量産性が優れている。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 は、本発明による光路制御基板の実施の形態を示す正面図である。

【図 2】

図 2 (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h) は、本発明による光路制御基板の製造方法の実施の形態のステップをそれぞれに示す断面図である。

【図 3】

図 3 は、図 2 の一部の変形例を示す断面図である。

【図 4】

図 4 は、図 2 (d) の平面図である。

【図 5】

図 5 (a), (b), (c) は、本発明による光路制御基板の製造方法の実施の形態のステップをそれぞれに示す正面図である。

【図 6】

図 6 は、図 5 (b) を更に詳しく示す図 5 (b) の平面図である。

【図 7】

図 7 は、本発明による光路制御基板の製造方法の実施の他の形態を示す平面図である。

【図 8】

図 8 は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態を示す断面図である。

【図 9】

図 9 (a) , (b) は、図 8 のミラーの 2 つの動作状態をそれぞれに示す断面図である。

【図 1 0】

図 1 0 は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態を示す正面図である。

【図 1 1】

図 1 1 は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態を示す正面図である。

【図 1 2】

図 1 2 は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態を示す正面図である。

【図 1 3】

図 1 3 (a) , (b) は、図 1 1 のミラーの 2 つの動作状態をそれぞれに示す断面図である。

【図 1 4】

図 1 4 (a) , (b) , (c) は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態のステップをそれぞれに示す断面図である。

【図 1 5】

図 1 5 は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態を示す断面図である。

【図 1 6】

図 1 6 (a) , (b) は、図 1 5 のミラーの 2 つの動作状態をそれぞれに示す断面図である。

【図 1 7】

図 1 7 (a) , (b) , (c) , (d) は、本発明による光路制御基板の製造

方法の実施の更に他の形態のステップをそれぞれに示す断面図である。

【図 1 8】

図 1 8 は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態を示す断面図である。

【図 1 9】

図 1 9 は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態を示す断面図である。

【図 2 0】

図 2 0 は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態を示す断面図である。

【図 2 1】

図 2 1 (a), (b) は、図 2 0 のミラーの 2 つの動作状態をそれぞれに示す断面図である。

【図 2 2】

図 2 2 (a), (b) は、図 1 3 (b) のミラーの 2 つの動作状態をそれぞれに示す断面図である。

【図 2 3】

図 2 3 は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態を示す断面図である。

【図 2 4】

図 2 4 (a), (b) は、図 2 3 のミラーの 2 つの動作状態をそれぞれに示す断面図である。

【図 2 5】

図 2 5 は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態を示す断面図である。

【図 2 6】

図 2 6 (a), (b) は、図 2 5 のミラーの 2 つの動作状態をそれぞれに示す断面図である。

【図 2 7】

図 2 7 は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態を示す平面図である。

【図 2 8】

図 2 8 は、図 2 7 の正面図である。

【図 2 9】

図 2 9 は、本発明による光路制御基板の実施の更に他の形態を示す正面図である。

【図 3 0】

図 3 0 は、図 2 9 のミラーの 1 つの動作状態をそれぞれに示す断面図である。

【図 3 1】

図 3 1 は、図 2 9 のミラーの他の 1 つの動作状態をそれぞれに示す断面図である。

【図 3 2】

図 3 2 は、公知の光回路を示す平面図である。

【図 3 3】

図 3 3 は、公知の他の光回路を示す正面図である。

【図 3 4】

図 3 4 は、公知の更に他の光回路を示す正面図である。

【図 3 5】

図 3 5 は、公知の更に他の光回路を示す正面図である。

【符号の説明】

1 … 基板

1' … 大基板

2, 17, 42 … ミラー

3 … 能動体 (アクチュエータ)

4, 43, 44, 54 … 支持体

5 … 斜面

6 … 型

13 … 凹面

1 5 …銅層（剝離層）

1 7 …鏡面層

2 1 …能動体

2 7 …第 1 接合部分

2 8 …第 2 接合部分

2 9 …第 1 屈折層（第 1 能動体、屈折体）

3 1 …第 2 屈折層（第 2 能動体、屈折体）

3 1 …第 2 屈折層

3 6 …第 1 揺動体

3 7 …第 2 揺動体

4 2 …第 1 層

4 3 …第 2 層

4 4 …第 3 層

4 7 …第 2 磁石

4 8 …第 1 磁石

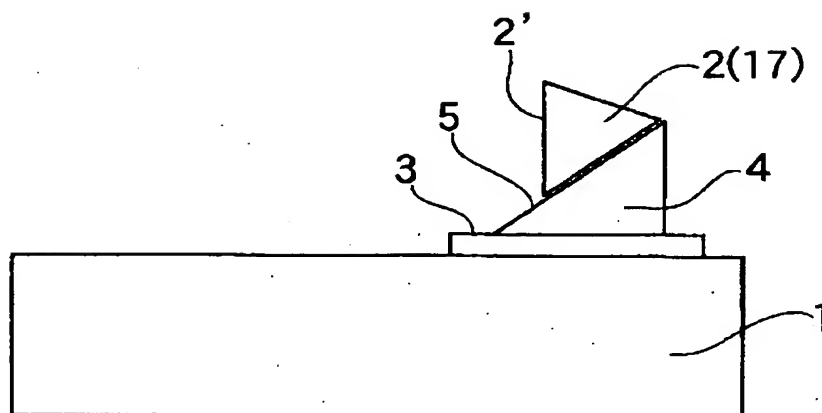
4 9 …第 1 層

5 1 …第 2 層

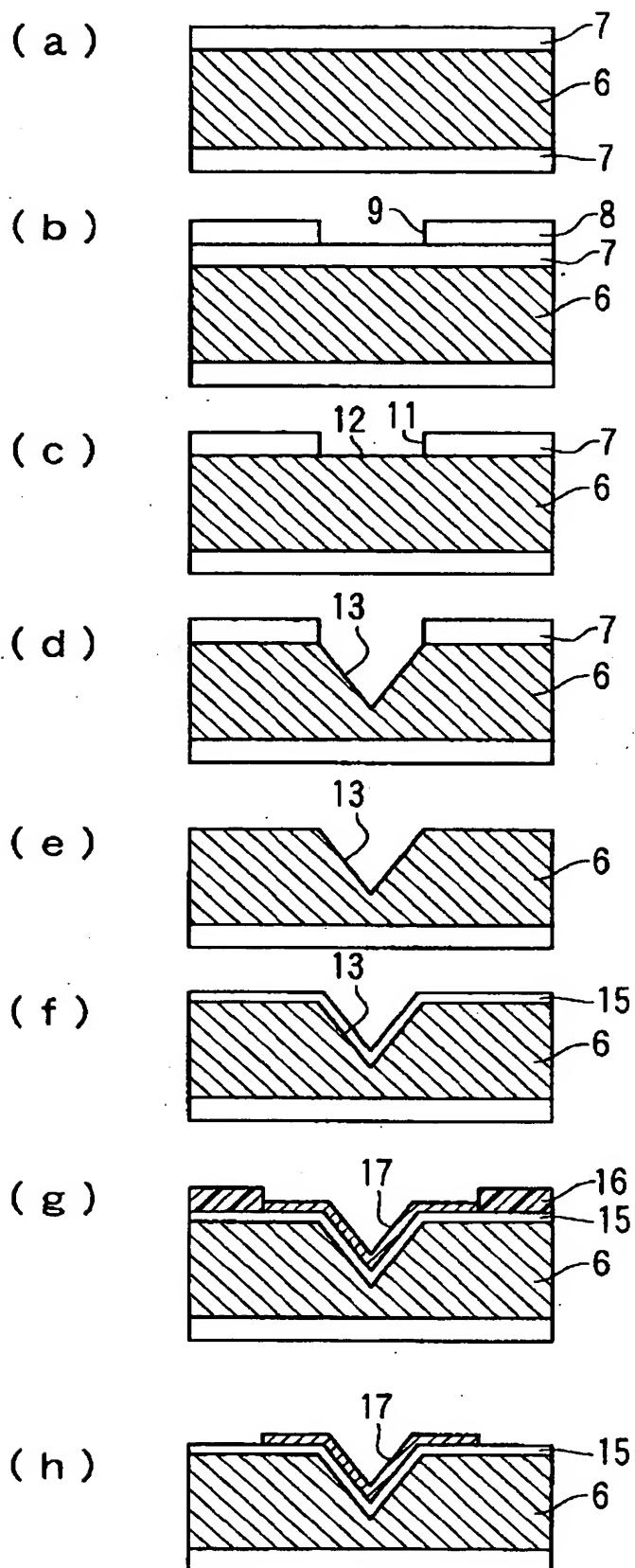
5 4 …能動体（回轉体）

【書類名】 図面

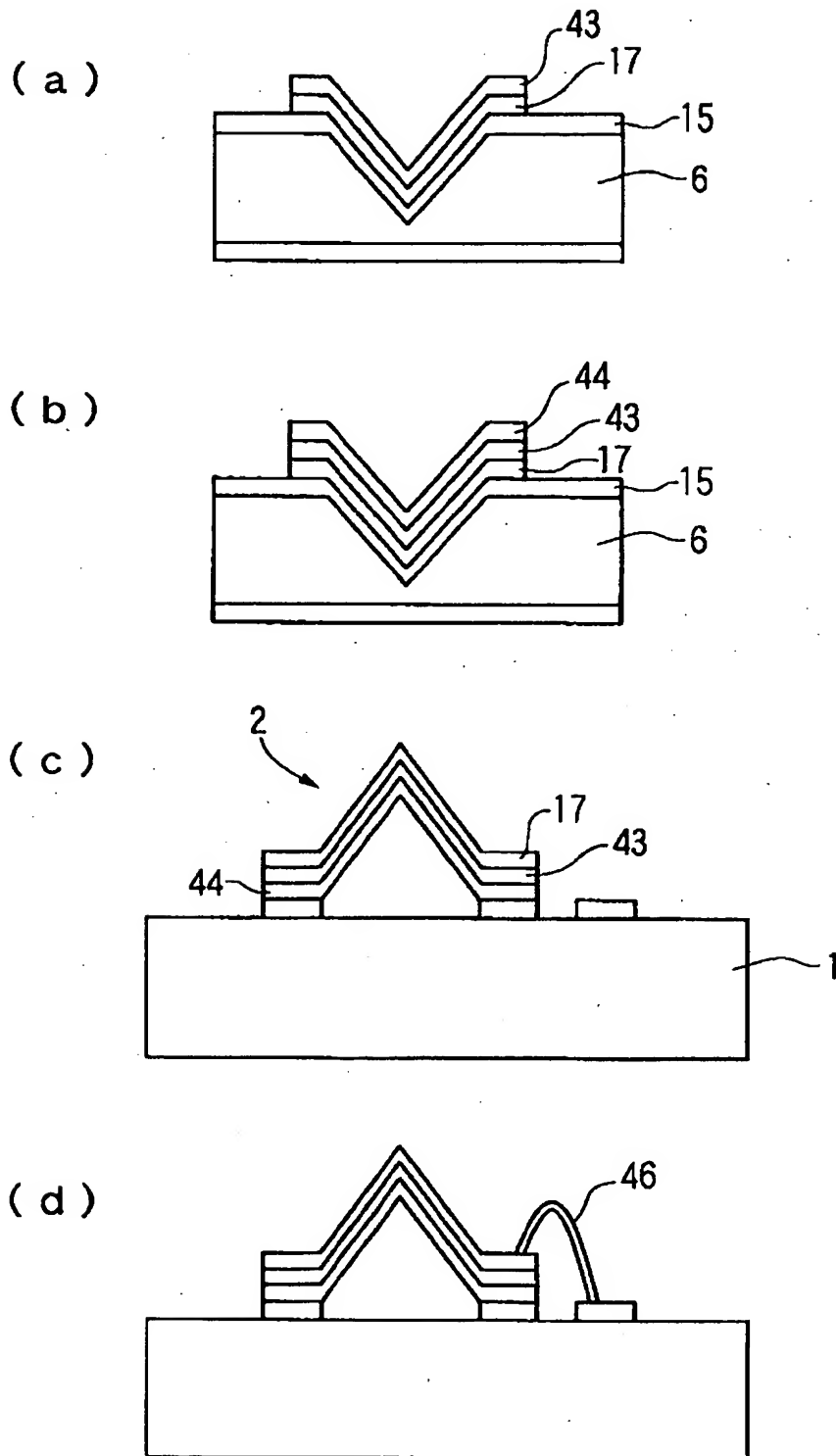
【図 1】



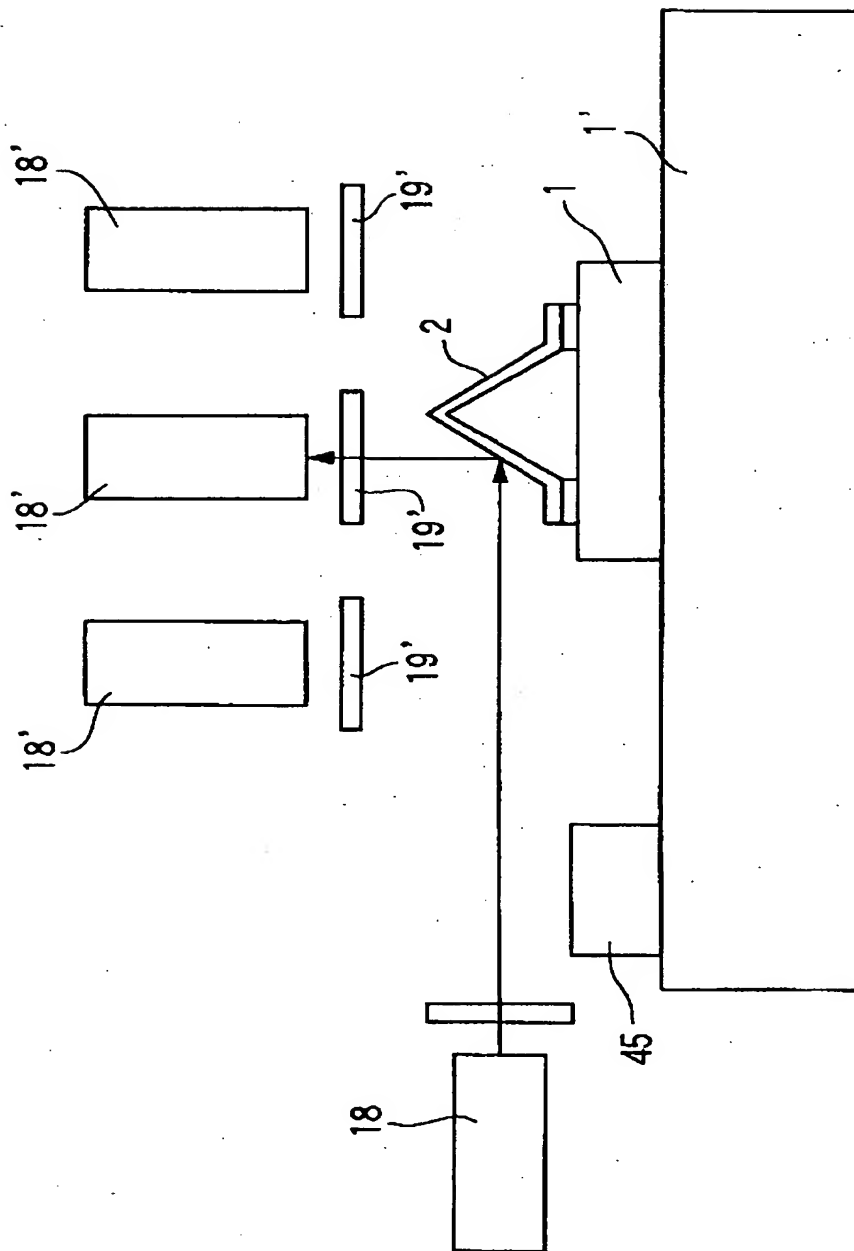
【図 2】



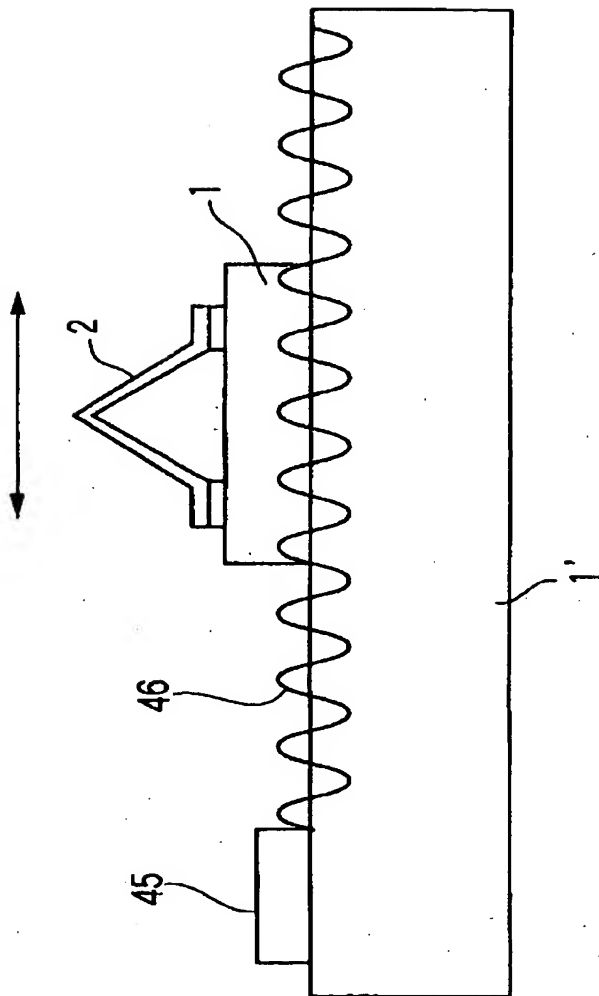
【図 1 7】



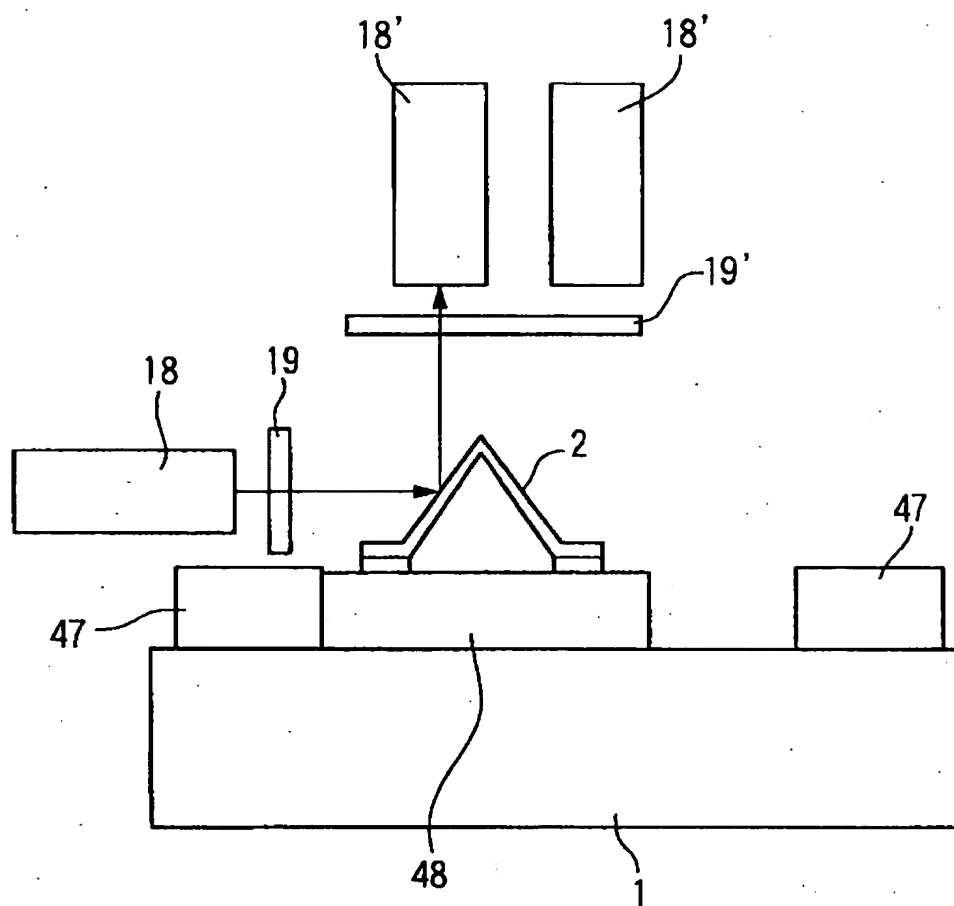
【図 18】



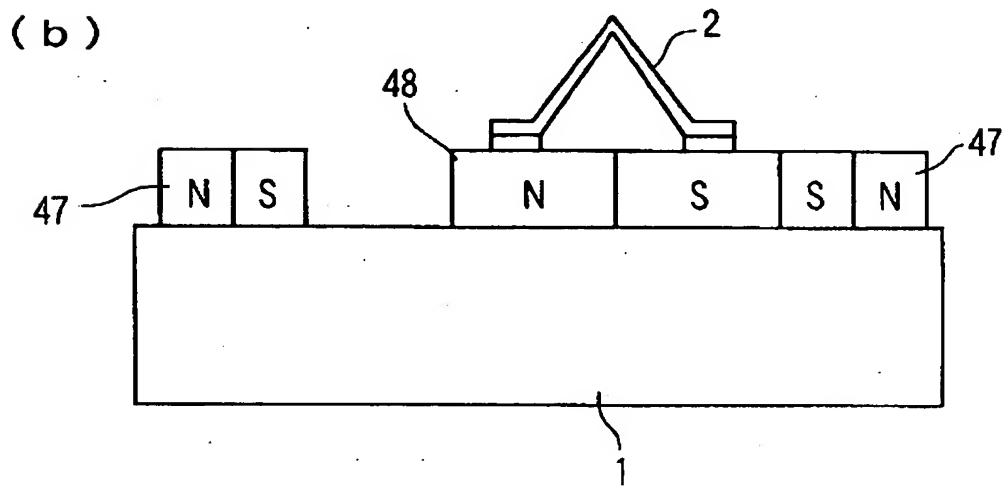
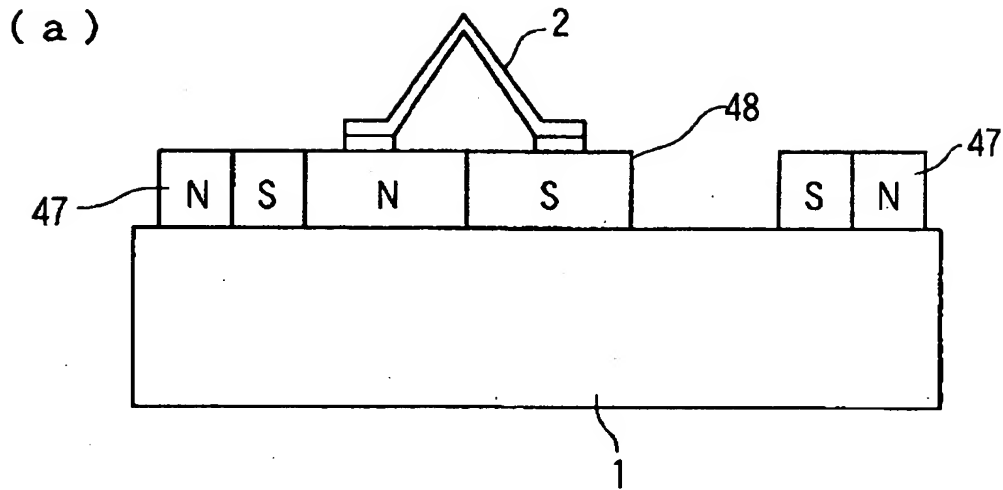
【図 1 9】



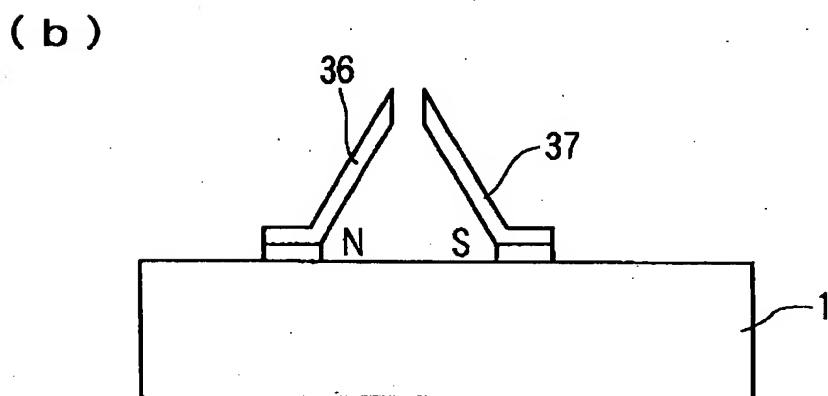
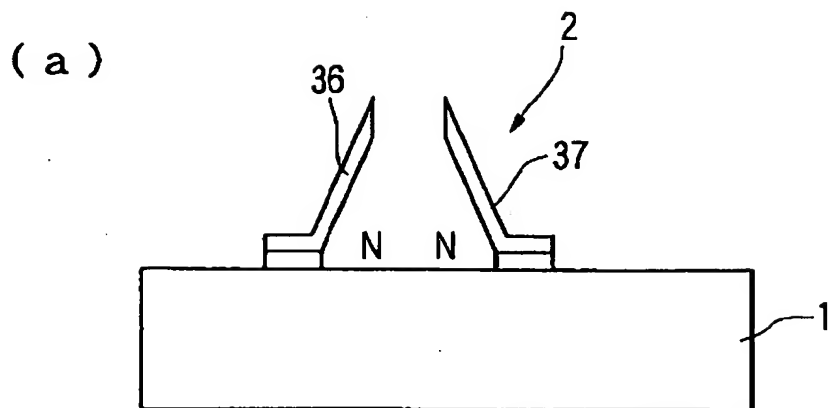
【図 2 0】



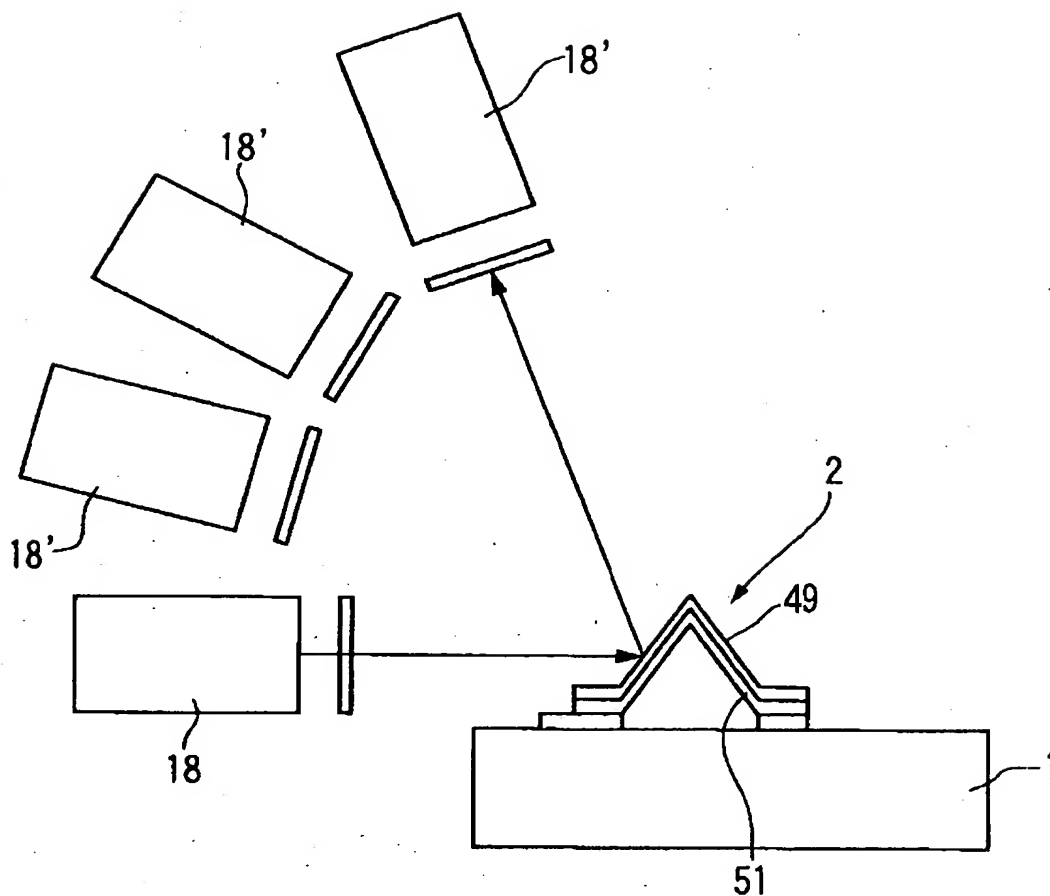
【図 21】



【図 22】

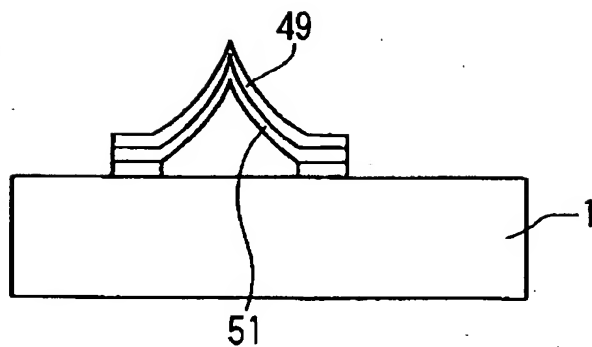


【図 23】

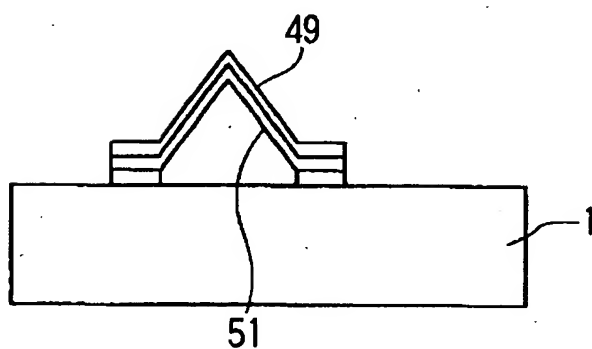


【図 2 4】

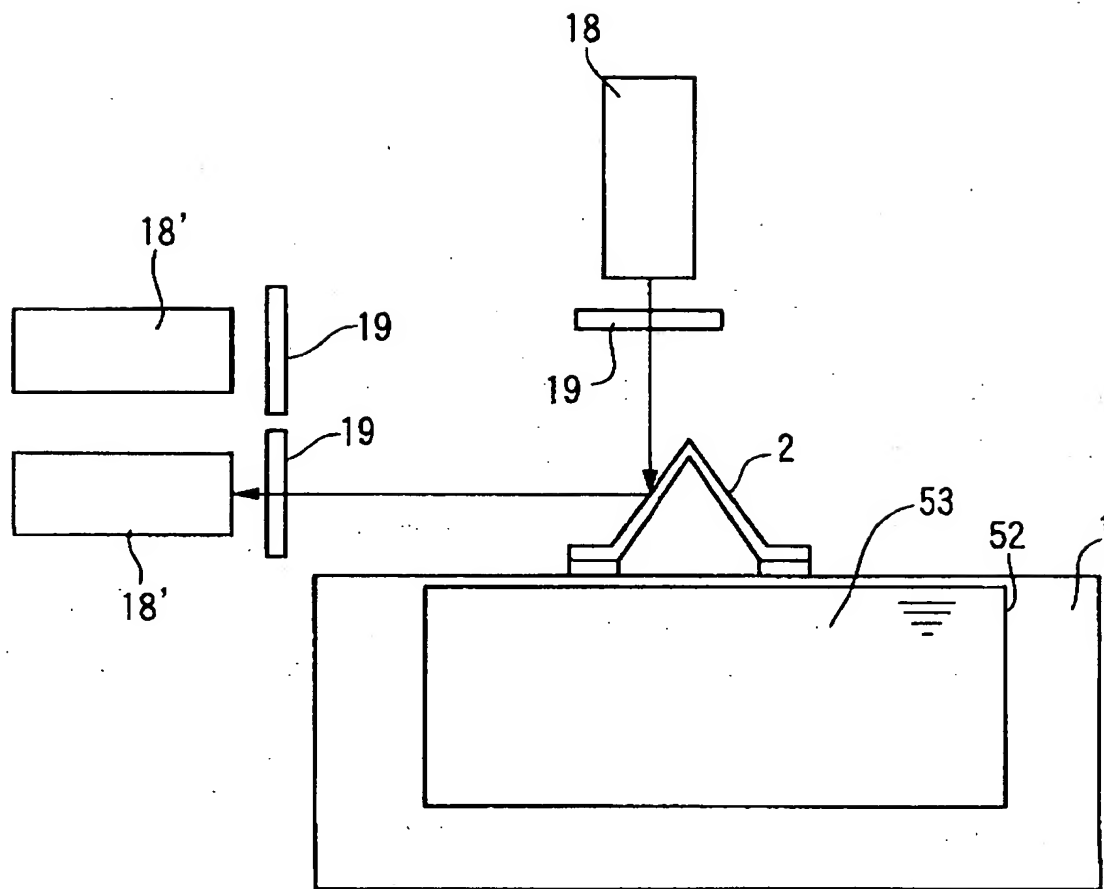
(a)



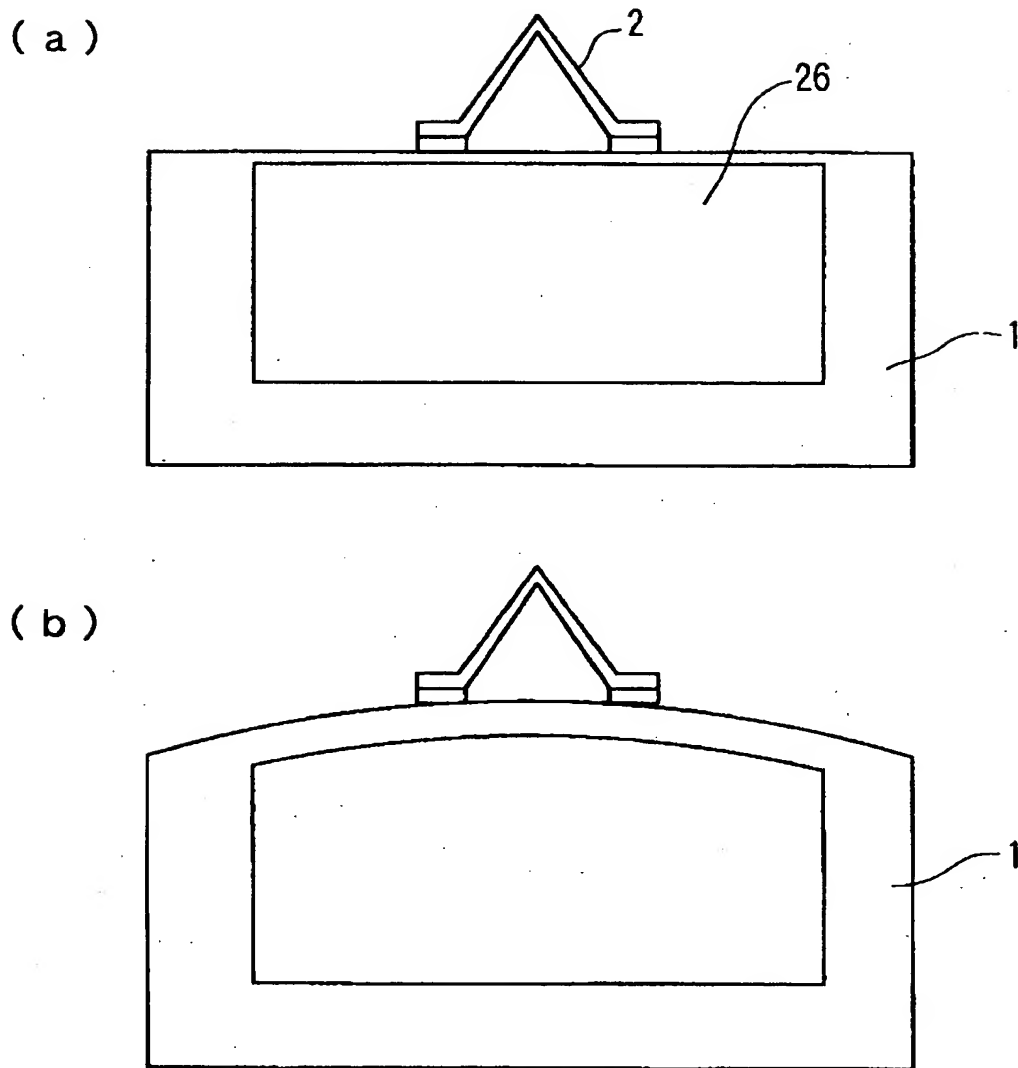
(b)



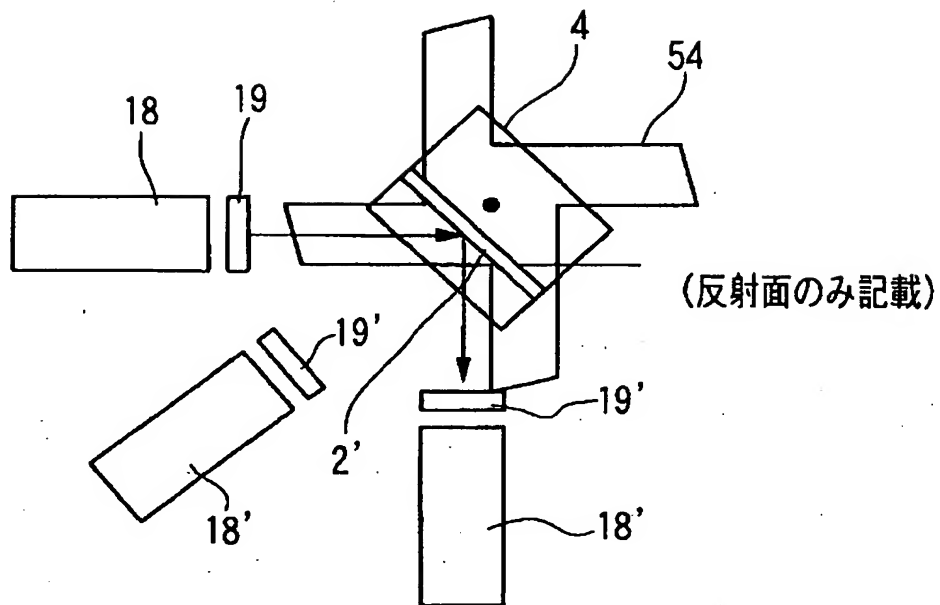
【図 2 5】



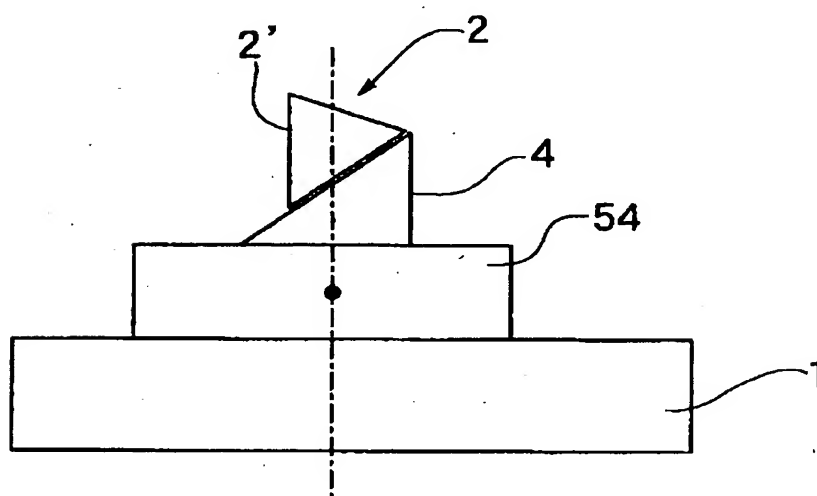
【図 2 6】



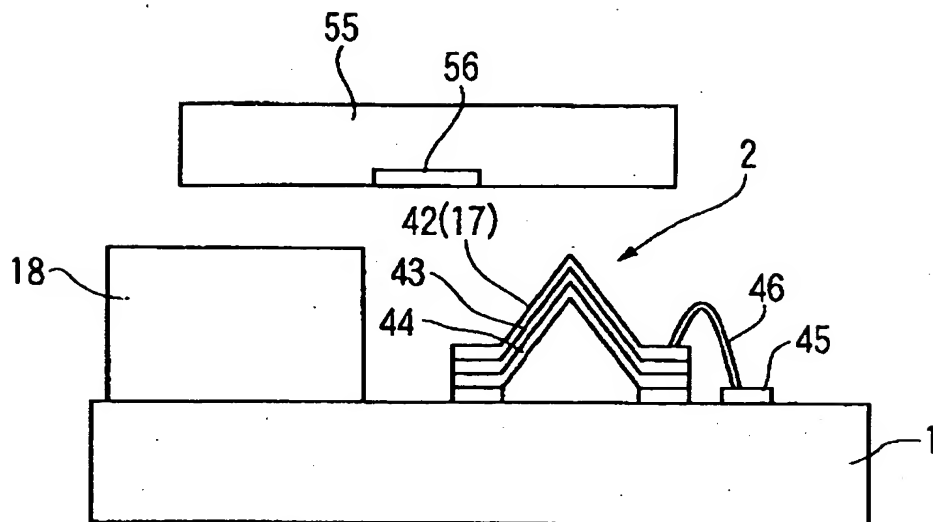
【図 2 7】



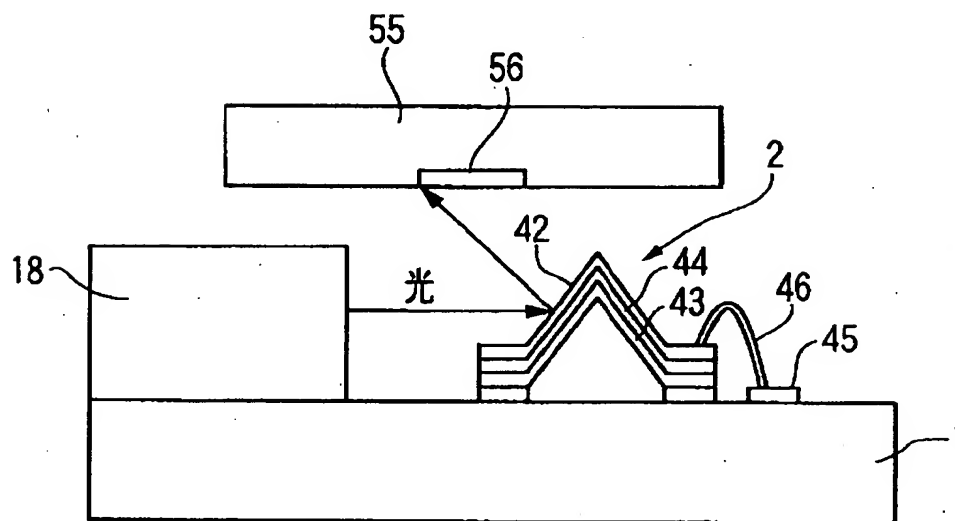
【図 2 8】



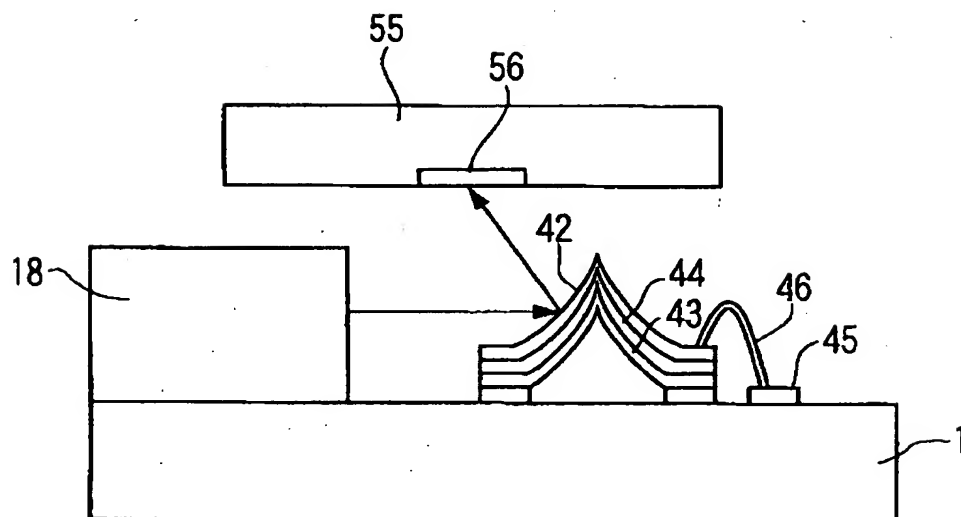
【図 29】



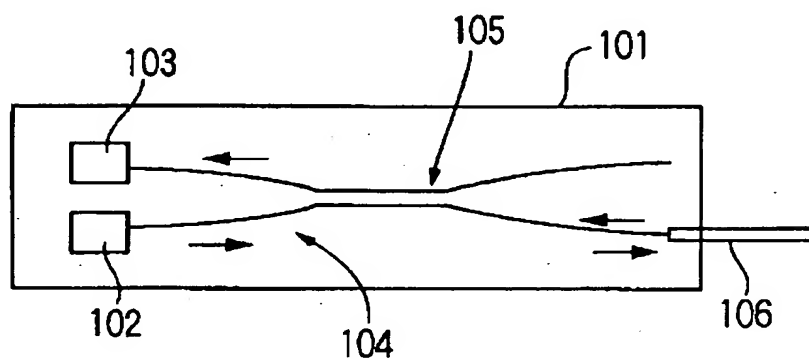
【図 30】



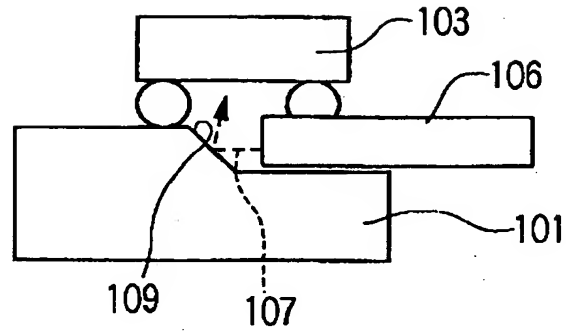
【図 3 1】



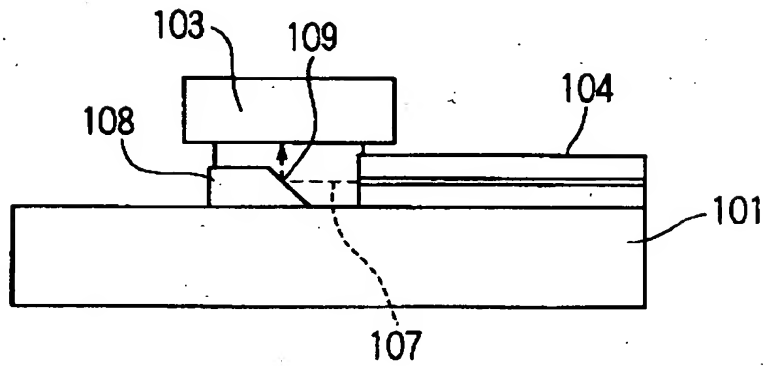
【図 3 2】



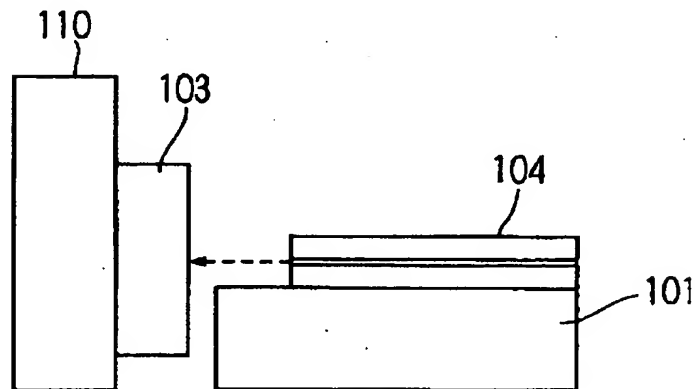
【図 3 3】



【図 3 4】



【図 3 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 シリコン基板の平面性の拘束から離脱してより立体的にミラーを実装し、多様な基板に簡素に実装する技術確立し、実装されるミラーを簡素に駆動する技術確立すること。

【解決手段】 基板 1 上に配置される光路に介設され基板に対して変位可能であるミラー 2 と、ミラー 2 を基板 1 に対して変位可能に支持する支持体 4 と、ミラー 2 の変位を従動させる能動体 3 とから構成されている。能動体 3 と支持体 4 は基板 1 に対して支持されている。ミラー 2 は、その鏡面に対応する面を持つ型 6 に接合して形成される。ミラー 2 は支持体 4 に型 6 から転写されて支持体 4 に支持されている。ミラーの製作とミラーの実装を含む回路基板の製作は、転写によって統一化される。このような転写は、ミラー 2 の実装を極端に簡素化し、且つ、ミラーの量産的製作を容易化する。

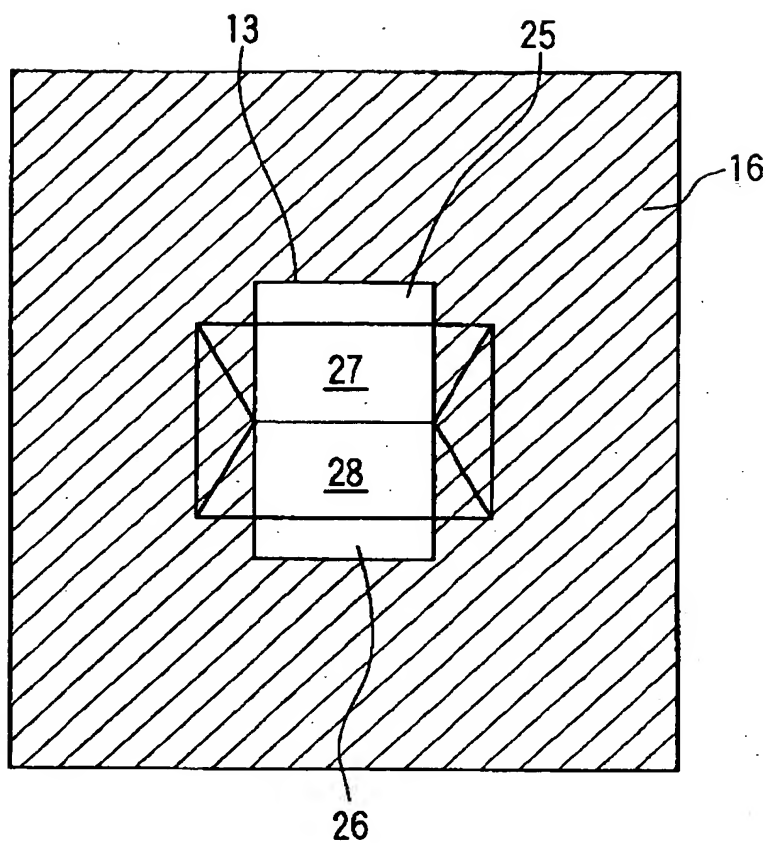
【選択図】 図 1

出 願 人 履 歷 情 報

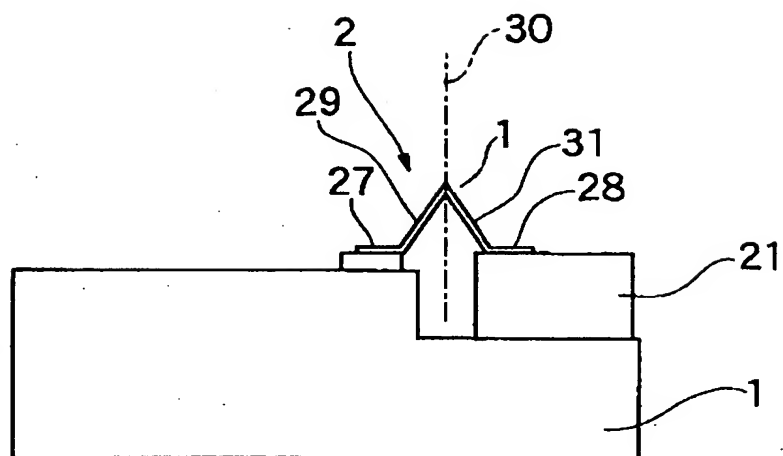
識別番号 [000004237]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名	日本電気株式会社

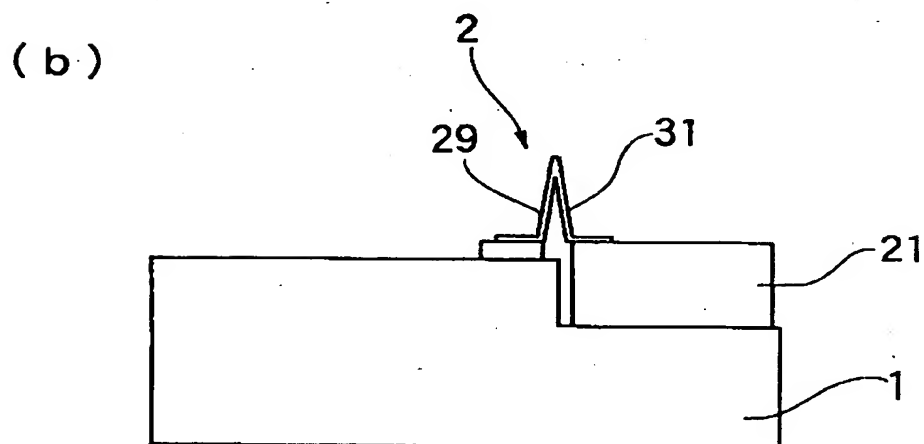
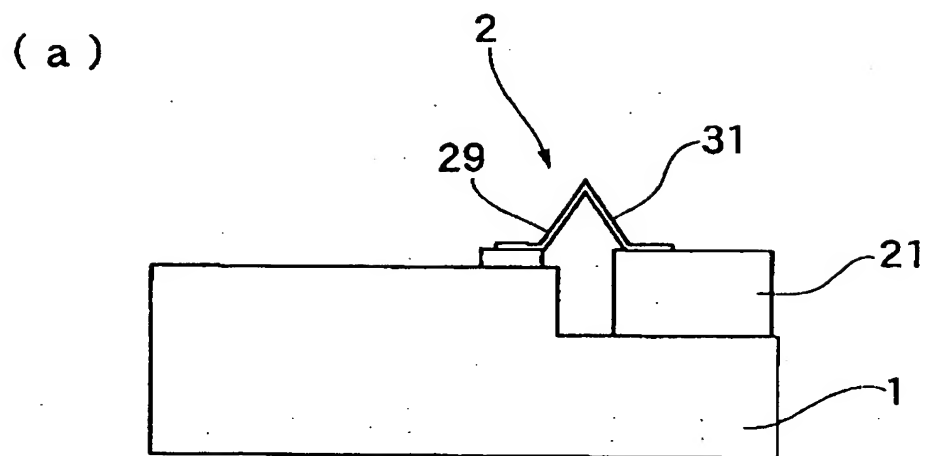
【図 7】



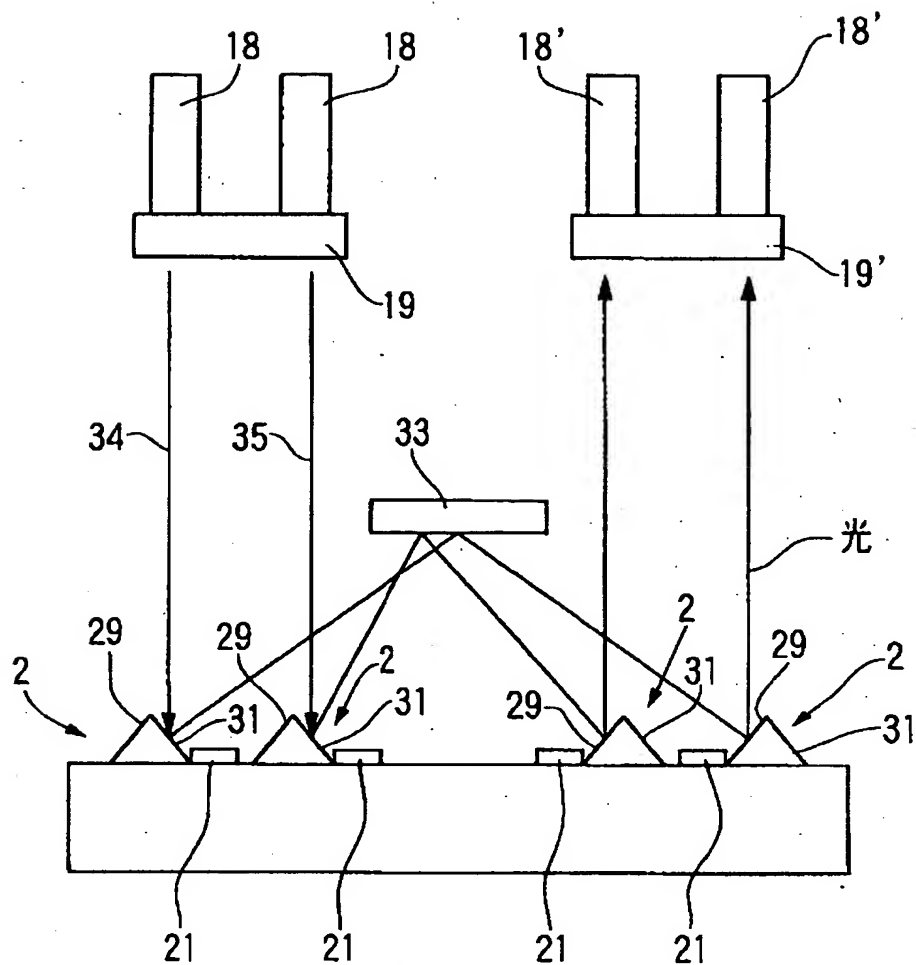
【図 8】



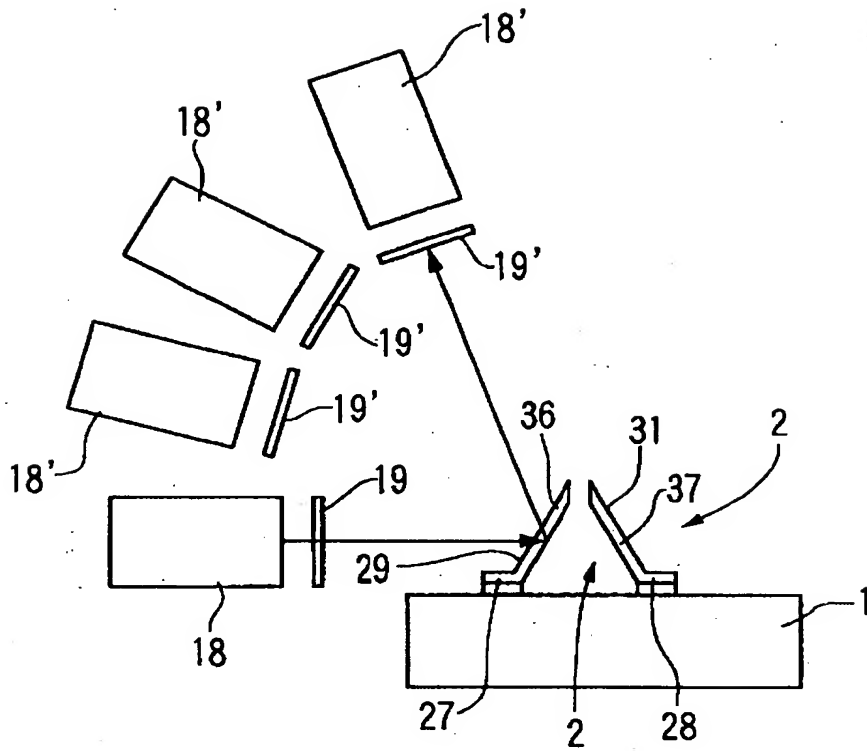
【図9】



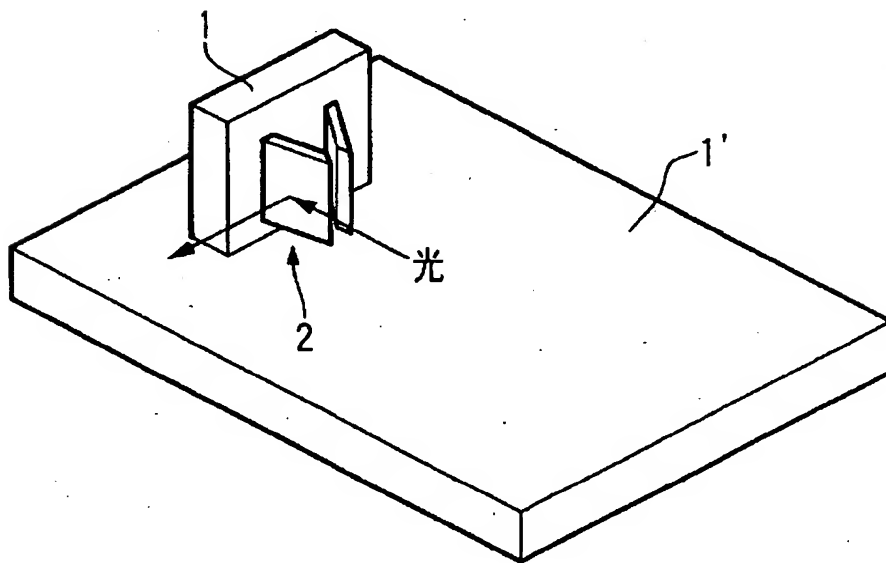
【図10】



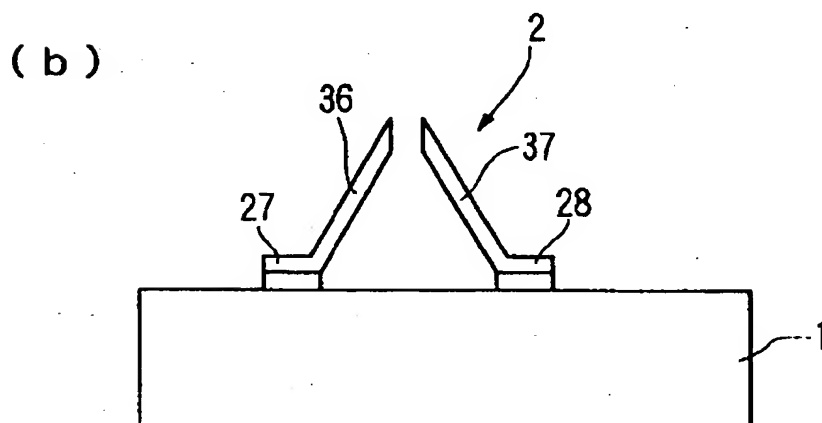
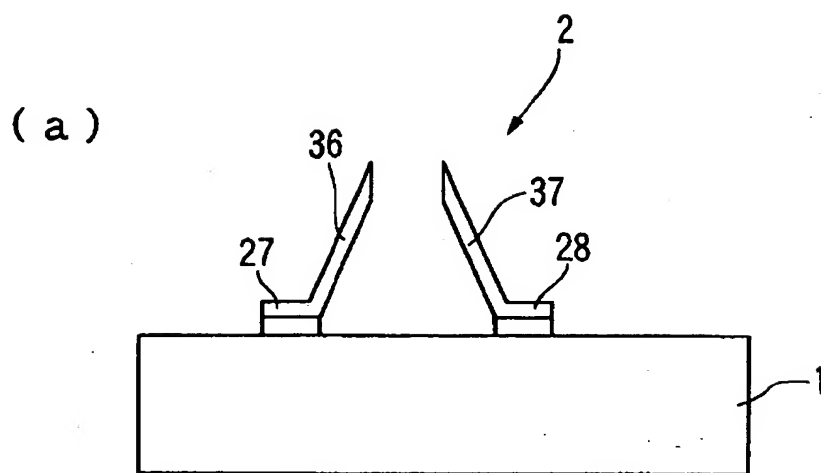
【図 1 1】



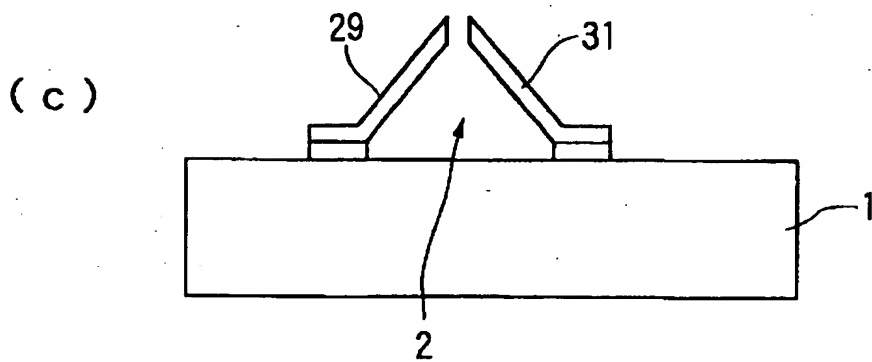
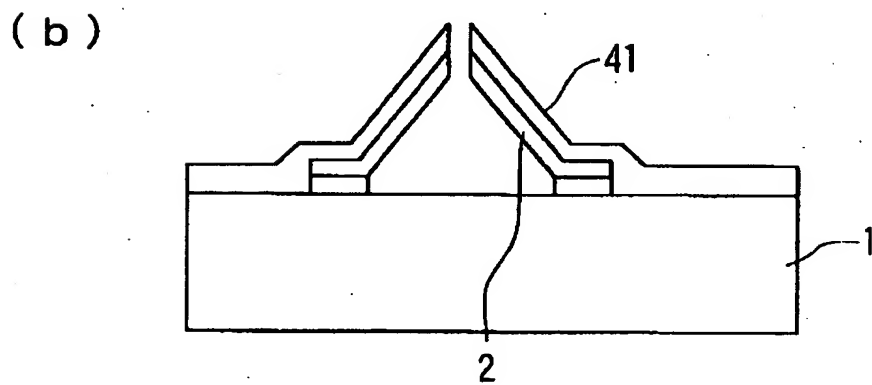
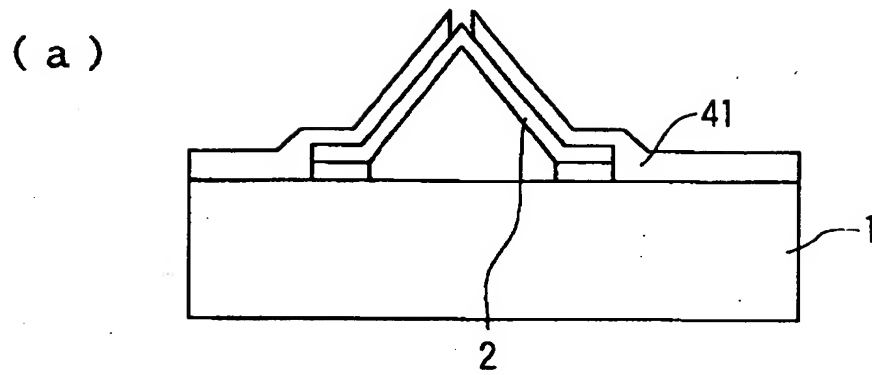
【図 1 2】



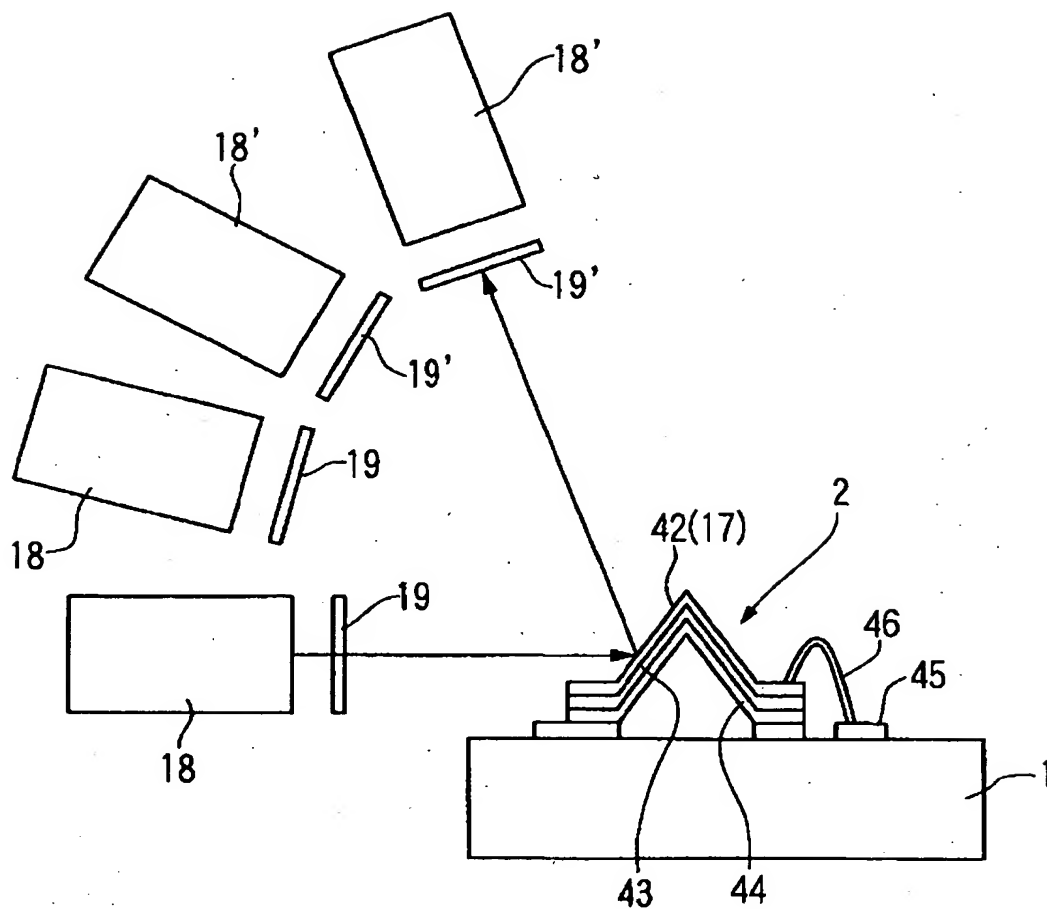
【図13】



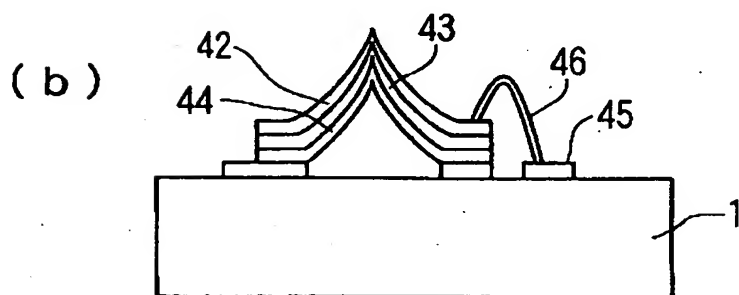
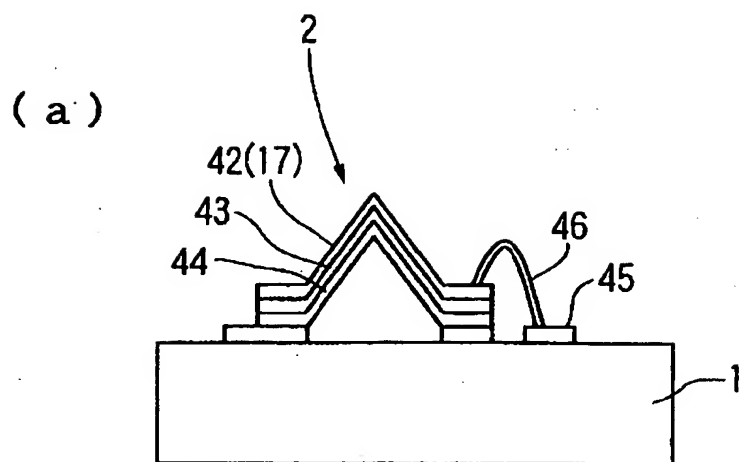
【図14】



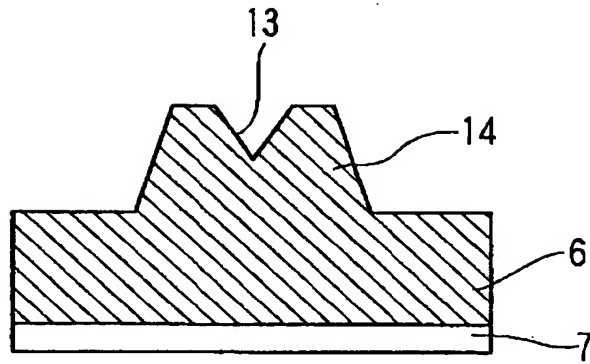
【図 15】



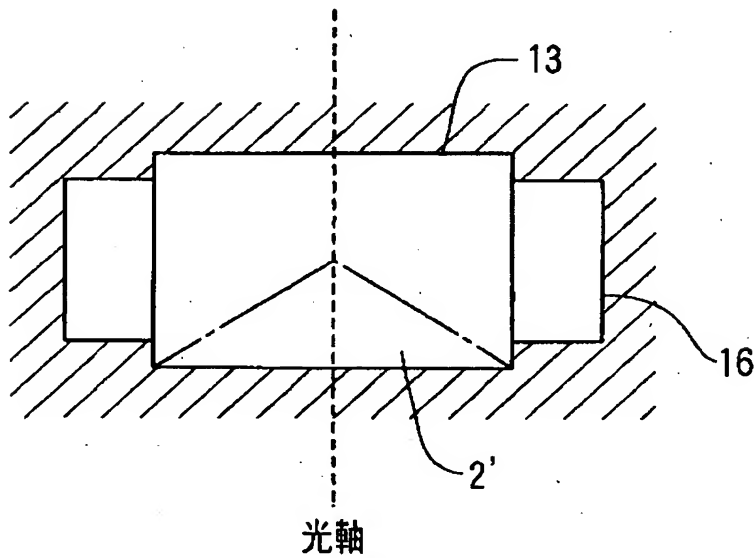
【図 16】



【図3】

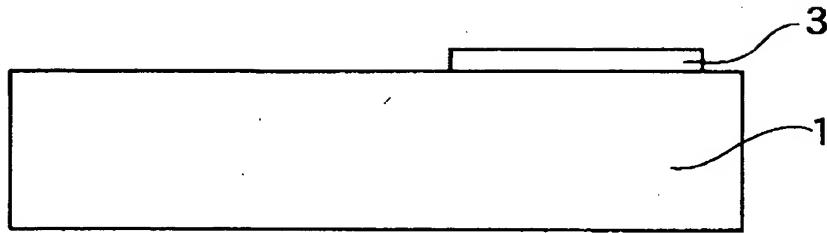


【図4】

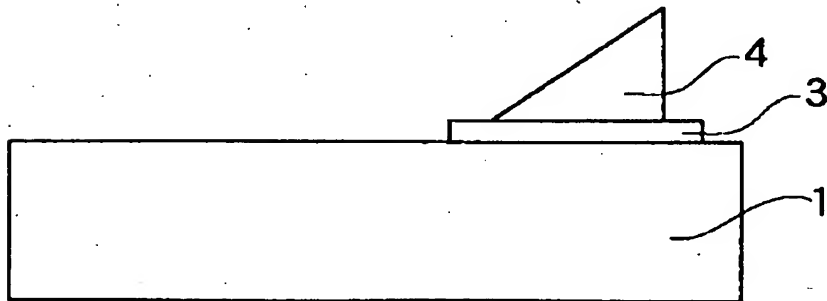


【図 5】

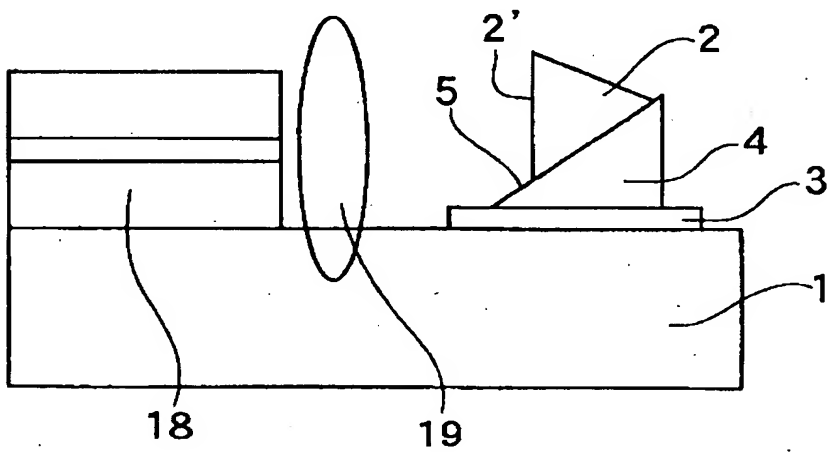
(a)



(b)



(c)



【図 6】

